



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Control de *Bactrocera oleae* (Gmlein) en diferentes
manejos de cultivo del olivar (*Olea europaea* L.)

Control of *Bactrocera oleae* (Gmlein) in different
managements of olive cultivation (*Olea europaea* L.)

Autor

Óscar Mendívil Mendívil

Titulación: Grado en ciencias ambientales

Director/es

Joaquín Aibar Lete

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
2019

RESUMEN

Los olivos se ven amenazados anualmente por la mosca del olivo (*Bactrocera oleae*). El presente estudio se ha realizado en Falces, Navarra. Se trabajó con 3 tipos de manejos agrícolas diferentes. Estos 3 tipos de cultivos diferentes fueron protegidos con 2 trampas diferentes, las Olipe y las trampas del estilo cromotrópicas para observar su eficacia, así como que factores son los que hacen que estas capturas crezcan o disminuyan. Para comprobar la eficacia de estas trampas se contaron los ejemplares capturados y el número de moscas picadas en cada escenario en forma de porcentaje. Con todos estos datos se expone un análisis estadístico para terminar concluyendo como afecta la mosca del olivo en las 3 explotaciones. Los resultados son analizados estadísticamente para concluir respondiendo a los objetivos citados. En estos casos se puede concluir que la trampa Olipe fue la más efectiva en la captura de (*Bactrocera oleae*) y que el cultivo “Biodinámico” donde había más infestación y por tanto mayor concentración de olivas picadas sin llegar en ningún caso al 10% a partir del cual se podría decir que ese cultivo ha tenido una plaga.

Palabras clave: Trampa Olipe, Trampas cromotrópicas, Biodinámico, ecológico.

Abstract:

This study was carried out in Falces, Navarra. The olive trees are threatened annually by the *Bactrocera Oleae* commonly named Olive fly. It shows information on 3 different types of agricultural management and how these crops are protected with 2 different traps: Olipe traps and chromo tropic style traps to observe the efficiency of the traps, as well as factors that make these Catches grow or decrease. To verify the effectiveness of these traps will not only be counted the captured specimens but also the number of olives beaten in each scenario in the form of percentage. With all this data is exposed a statistical analysis to finish concluding how it affects the fly of the olive in the 3 different farms. The results are statistically analyzed to conclude responding to the aforementioned objectives. In these cases, it can be concluded that the Olipe trap was the most effective in the capture of (*Bactrocera oleae*) and that Jesus Aranda biodynamic crop, the one that more individuals of this species possessed and therefore greater concentration of chopped olives without arriving to 10% from which it could be said that this crop has had a plague.

Key words: *Bactrocera Oleae*, Olive Fly, Olipe, Chromotropic traps, bio-dynamic, ecological.

TABLA DE CONTENIDOS

1. Introducción.....	5
1.1. El olivo y su importancia	5
1.2. Sistemas de manejo agrícola	7
1.3. Bactrocera oleae	10
2. Justificación y Objetivos	14
3. Material y métodos	15
3.1. Descripción de las parcelas de estudio	15
3.2. Descripción de manejos agrícolas en las parcelas.....	21
3.3. Materiales.....	24
3.4. Método:	26
4. Resultados y discusión:	30
4.1. Evolución temporal de las capturas:	32
4.2. Suma de capturas por trampa y escenario	38
4.3. Olivas picadas y dañadas por escenario y bajo la influencia de las diferentes trampas.	40
4.4. Análisis coeficiente de correlación de Pearson.	42
4.4.1. Coeficiente de correlación de Pearson.....	42
5. Conclusiones.....	47
6. Agradecimientos.....	48
7. Anexos todo esto debe ir en el texto, hay cosas repetidas.....	49
8. Referencias	51

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Millones de ha ecológicas plantadas por continente	8
Ilustración 2. Hembra adulta <i>Bactrocera oleae</i>	11
Ilustración 3. Dibujo dimorfismo <i>Bactrocera oleae</i>	11
Figura 4. Localización Falces en mapa de municipios navarros. Fuente: Biquipedia, 2019	15
Ilustración 5. Localización de las parcelas en el municipio. Fuente: Mapas sigpac actualización 2017	16
Ilustración 6. Tamaño y distribución cultivo Miguel. Fuente: Elaboración propia a partir de sigpac 2019	18
Ilustración 7. Tamaño y distribución cultivo Joaquín. Fuente: Elaboración propia a partir de sigpac, 2019	19
Ilustración 8. Tamaño y distribución cultivo Jesús. Fuente: Elaboración propia a partir de sigpac, 2019	20
Ilustración 9. Marco de plantación a tresbolillo Fuente: Elaboración propia	22
Ilustración 10. Distribución trampas en cultivo de Joaquín. Círculo rojo- cromotrópicas. Estrella amarilla-Olipe	28
Ilustración 11. Distribución trampas en cultivo de Miguel. Círculo rojo-cromo trópicas. Estrella amarilla- Olipe	28
Ilustración 12. Distribución trampas en cultivo de Jesús. Círculo rojo-cromotrópicas. Estrella amarilla- Olipe.	28

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Comparativa producción de aceite en Europa y el mundo en toneladas	5
Gráfica 2. Comparativa toneladas de aceite producidas por cada país	6
Gráfica 3. Evolución ha ecológicas en Navarra 1955-2015	8
Gráfica 4. . Sumatorio capturas escenario 1, Joaquín. Eje x, fechas; eje y, nº de individuos.....	34
Gráfica 5. Sumatorio capturas escenario 2, Miguel. Eje x, fechas; eje y, nº de individuos	34
Gráfica 6. Sumatorio capturas escenario 3, Jesús. Eje x, fechas; eje y, nº de individuos	35
Gráfica 7. Temperaturas medias, precipitación y condiciones favorables para el desarrollo de la plaga. Fuente: Elaboración propia, datos estación meteorológica de Falces.	37
Gráfica 8. Suma capturas por trampas diferenciando entre insectos y <i>Bactrocera oleae</i> . Eje x, parcelas; eje y, nº de individuos	38
Gráfica 9. Olivas picadas por <i>B. oleae</i> frente a las olivas dañadas por otros factores en cada escenario. Eje x, nº de individuos; eje y, parcela y tipo de protección.....	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. . Guía de Gestión integrada de plagas (GIP) para la <i>Bactrocera oleae</i>	13
Tabla 2. Subclases agrológicas parte 1.....	16
Tabla 3. Subclases agrológicas parte 2.....	17
Tabla 4. Las 9 muestras a seguir durante el estudio.	27
Tabla 5. Plantilla a rellenar semanalmente.	28
Tabla 6. Escenario 1, Cultivo de Joaquín	30

Tabla 7. Escenario 2, cultivo de Miguel.....	31
Tabla 8. Escenario 3, cultivo de Jesús	31
Tabla 9. Registro de factores ambientales durante las fechas.....	36
Tabla 10. Coeficiente de Pearson y determinación de las hipótesis.	44
Tabla 11: Comparación distribución de Pearson trabajo propio y ensayo J. Oliveros. ...	46

ÍNDICE DE FÓRMULAS

Fórmula 1. Coeficiente de correlación de Pearson	42
Fórmula 2. Coeficiente de correlación de Pearson simplificada Fuente: Análisis de Datos en Psicología II, por Rey, s.f.....	42

1. Introducción

1.1. El olivo y su importancia

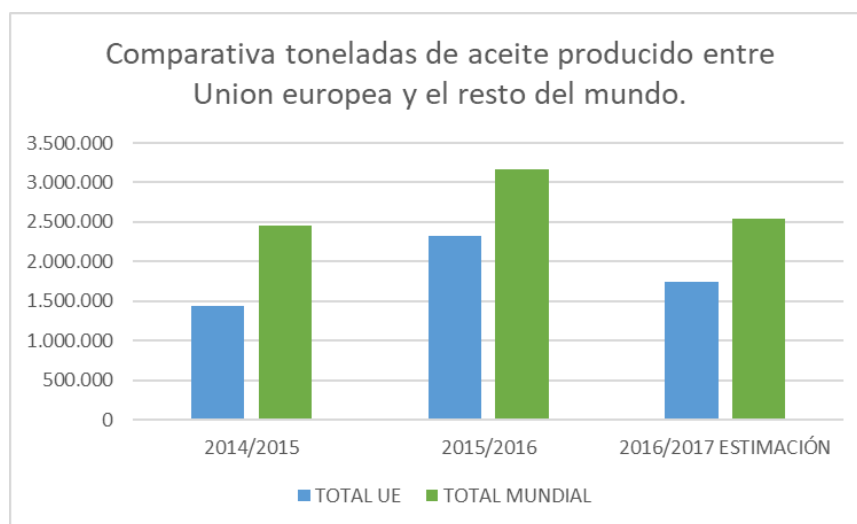
El olivo:

El olivo (*Olea europea L.*) es un árbol perennifolio, que puede llegar a alcanzar los 15 metros de altura (Valdés *et al*, 1987) y un perímetro de entre 1,5 y 3 metros. Normalmente, tiene una copa irregular, ancha, hojas de color gris o plateado y casi siempre es de tronco grueso, ancho y único, con varios tallos (Zambrano, 2017). La floración de *O. europaea* sucede en fases tardías de la primavera o inicio del verano y su fruto, esto es, la aceituna u oliva, es inicialmente una baya verde que posteriormente se convierte en negruzca (Zambrano, 2017). La polinización en este cultivo se da en un 95% por el viento teniendo una propagación de hasta 40 metros, esta unión del polen y el saco embrionario en el estigma de estas flores es lo que forma la semilla y por tanto el fruto (Navero *et al*, 2017).

Importancia del olivo:

El cultivo del olivo tiene una importancia muy notoria a nivel mundial y forma parte de la cultura y tradiciones de muchos países del mediterráneo en los que tanto la oliva como los aceites pertenecen a la dieta mediterránea, conocida y reconocida por su positiva influencia en la salud (Mercacei, 2004).

Gráfica 1. Comparativa producción de aceite en Europa y el mundo en toneladas

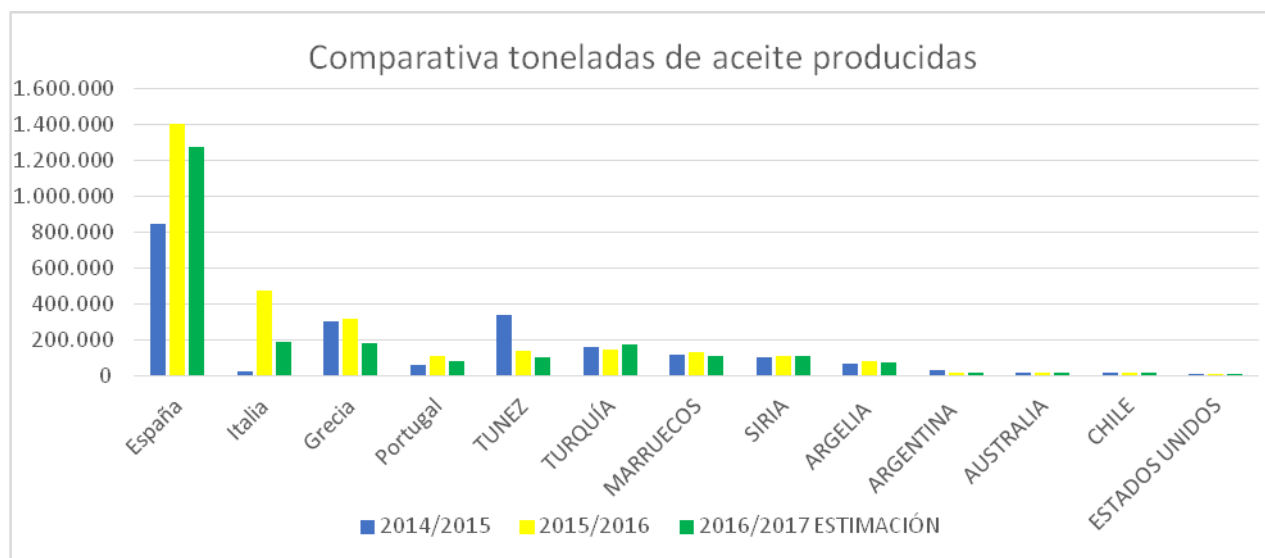


Fuente: Elaboración propia

Hoy en día, existen más de 1.500 millones de olivos extendidos en aproximadamente 11 millones de ha repartidas a lo largo del planeta (Álvarez, 2017). Pero, a pesar de su gran difusión, actualmente el 80% de la superficie del olivar se ubica en la cuenca mediterránea, “los siguientes países son los líderes en la producción del aceite de oliva

en el mundo: España, Australia, Italia, Grecia, Túnez y Marruecos” (Álvarez, 2017) y concretamente España es uno de los principales productores y exportadores del mundo de aceite de oliva. Su producción supone el 44% del total mundial y el 62% de la europea (Álvarez, 2017).

Gráfica 2. Comparativa toneladas de aceite producidas por cada país



Fuente: Elaboración propia

La superficie dedicada al cultivo del olivo en España se situó en 2.650.801 hectáreas en 2017. Según los últimos datos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), actualmente se encuentran en producción 2.505.786 hectáreas aproximadamente (Mercacej, 2014).

Actualmente, según los datos de la AICA, los ingresos en España por la comercialización del aceite de oliva superan los 3.500 millones de euros anuales. Además de lo económico, en cuanto a la dimensión social, se estima que en el mundo viven del olivar aproximadamente 30 millones de personas, incluidos los empleados, propietarios de explotaciones y familiares de estos (Álvarez, 2017).

En Navarra, como en la mayoría de las comunidades autónomas de España, el olivo es un cultivo tradicional y durante cientos de años que ha constituido junto con la vid la base de la agricultura de la zona media y sur de Navarra (Santos et al, 2016). Hoy en día los datos productivos del fruto en los cultivos de esta región son (MAPA, 2016):

- Producción Kilos de aceituna/ha= 4.804
- Kilos de aceituna/explotación = 39.392.
- Kilos de aceituna/U.T.A = 18.581.
- Precio venta/kilo aceituno en euros = 0,5571.
- Precio obtenido/kilo aceituna en euros = 0,5571 .
- Euros gastados en fertilizantes/kilo aceituna = 0,0369 .
- Euros gastados en mano de obra /Kilo aceituna = 0,0511.

1.2. Sistemas de manejo agrícola

Hay formas muy diversas de manejo agrícola de los olivares, entendiendo como manejo agrícola todas las acciones agrícolas que se realizan en un cultivo por su propietario. Los modelos más comunes son la agricultura convencional y la agricultura ecológica, también se describe brevemente la agricultura biodinámica para contextualizar las descripciones posteriores.

La agricultura convencional:

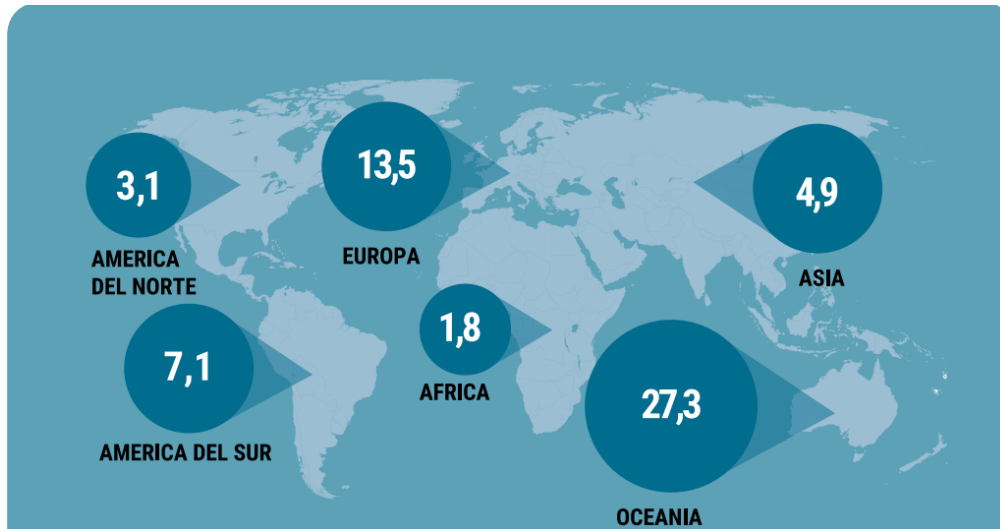
La agricultura convencional es aquella cuya finalidad es obtener la producción agrícola más rentable económicamente hablando para el agricultor. Para ello se aprovechan todos los avances técnicos disponibles en el mercado importando únicamente los ciclos biológicos del cultivo y de las plagas que se quieran erradicar, simplificando así el complejo ecosistema y las relaciones interespecíficas que en los cultivos tienen lugar. Estos utilizan productos de procedencia química ya sea en forma de abonos o pesticidas que pueden afectar negativamente al entorno. Este tipo de agricultura es el que se da tradicionalmente en los campos Españoles. (Barbié, 2002).

La agricultura ecológica:

La agricultura ecológica según el código alimentario, establecido por la FAO, define la agricultura ecológica como: “Un sistema global de gestión de la producción que fomenta y realza la salud de los agro ecosistemas, inclusive la diversidad biológica, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo”. Recomendando que se utilicen prácticas adecuadas de gestión mejores que la utilización de insumos no agrícolas, teniendo en cuenta que las condiciones regionales requieren sistemas adaptados localmente. Esto se consigue aplicando, siempre que sea posible, métodos agronómicos, biológicos y mecánicos, en contraposición a la utilización de materiales sintéticos, para desempeñar cualquier función específica dentro del sistema. Es una agricultura cuya finalidad es producir vegetales, pero teniendo en cuenta que todos los inputs sean lo más respetuosos con el entorno y con el producto posible. Para ello todos los inputs que sean suministrados a un cultivo ecológico deberán estar correctamente registrados y certificados, en el caso de Navarra tendrá que registrarse en CPAEN, (2019) para la agricultura ecológica en Navarra. Esta entidad será la certificadora y controladora de que todos los inputs que se le suministren al cultivo se encuentren en el registro para cultivos ecológicos (Departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local, 2018).

En el mundo, la agricultura ecológica está sufriendo un crecimiento muy grande y cada vez son más las ha de cultivos ecológicos.

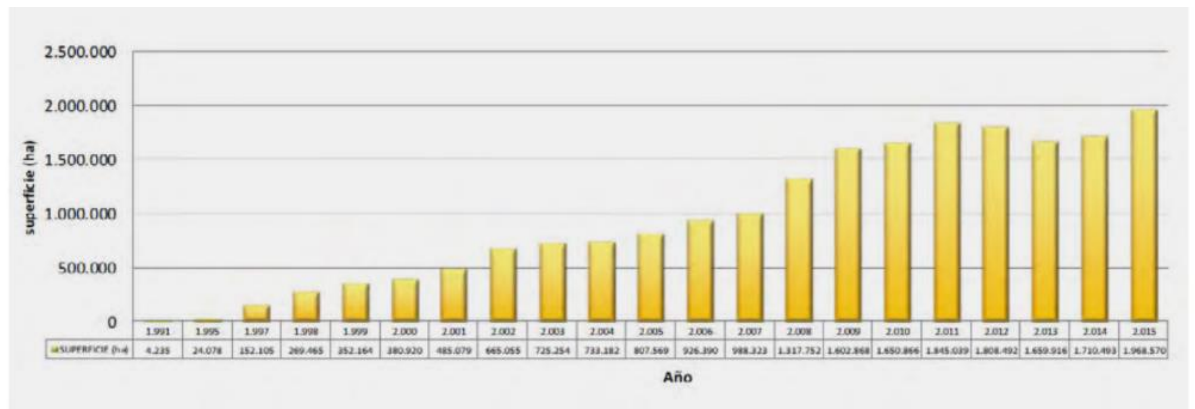
Ilustración 1. Millones de ha ecológicas plantadas por continente



Fuente: IFOAM-Organics International Año 2016

Este incremento de los cultivos ecológicos se ha visto también en Navarra donde se ha pasado de 500.000 ha en el año 2001 a casi 2.000.000 en el año 2015. Los motivos son muy diversos, aumento de la demanda y consiguiente aumento de los precios de los productos ecológicos, acceso a la información, ayudas europeas... (Departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local, 2018).

Gráfica 3. Evolución ha ecológicas en Navarra 1955-2015



Fuente: Estadísticas ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

El sistema basado en la agricultura Biodinámica:

El manejo se rige por principios biodinámicos, es decir, *se trabaja de acuerdo con las energías que crean y mantienen vida* (Pfeiffer, 2002). El método de agricultura biodinámica se desarrolló en 1924 a partir de 8 conferencias que el filósofo austriaco Rudolf Steiner impartió a varios granjeros (Koepf, 2001).

Para que un cultivo sea biodinámico tiene que seguir las directrices aquí descritas y estar certificado como tal, la principal certificadora de estos cultivos es DEMETER.

Hoy por hoy, después de más de 90 años, este método agrícola se emplea en numerosas granjas y cultivos repartidas por todo el mundo en ambos hemisferios, estos generan abonos de una manera orgánica y respeta ciertos principios para asegurar la salud y el crecimiento tanto de la tierra como de las plantas, y, por consiguiente, logra una nutrición adecuada para los animales y el ser humano.

El principal motivo que motivó a Steiner a divulgar los principios de la agricultura biodinámica era que pensaba que la calidad de los alimentos se había degradado por el uso por parte de la agricultura química de pesticidas y fertilizantes (Pfeiffer, 2002). Algunos de los principios biodinámicos nombrados con anterioridad, y, en este caso, seguidos por aquellos agricultores que optan por desarrollar manejos biodinámicos, son los siguientes (Pfeiffer, 2002):

1-Restituir a la tierra la materia o abonos orgánicos, es decir, sustancias construidas por desechos de origen animal o vegetal, en este caso en forma de humus de lombriz, estiércol, compost o abonos verdes, entre otros, con el objetivo de mantener la fertilidad y aportar al suelo materiales nutritivos que mejorarán sus características físicas, biológicas y químicas.

2-Considerar la tierra como «tierra viva» y crear un equilibrio entre las diferentes funciones de la tierra, es decir, no considerar la tierra como una simple mezcla o agregado de sustancias orgánicas, sino como un sistema vivo.

3-No se debe negar la función de los componentes minerales de la tierra conocidos como fertilizantes, como el nitrógeno, el magnesio o la cal, entre otros, pero tal y como mencionó Steiner, se debe dar importancia al uso sensato de la materia orgánica, dado que constituye el factor básico para la vida de la tierra.

4-El método biodinámico no consiste sólo en un tipo particular de abonado, sino en utilizar de manera prudente todos los factores que determinan la vida y la salud de la tierra.

5-Es importante dar a la tierra tiempo para que se recupere, para ello, se deben respetar rotaciones adecuadas para restablecer o mantener el equilibrio de la tierra. De esta manera, a tierras a las que se les pide mucho esfuerzo para producir con maíz, tomate, pimientos, entre otros, se les debe dar un periodo adecuado de recuperación.

6-Se debe prestar gran atención al entorno de la granja o la huerta y ubicarla en lugares libres de aire contaminado con residuos de combustión de ciudades o

diversas fábricas o lluvias que contienen ácido sulfúrico, dado que perjudican gravemente el crecimiento de los vegetales.

1.3. *Bactrocera oleae*

Descripción de *Bactrocera oleae*:

Bactrocera oleae, más conocida como mosca del olivo, es un díptero perteneciente a la familia Tephritidae y está asociada a las plantas del género *Olea*, particularmente al olivo (Carrero, 2008).

Dentro de la familia Tephritidae o moscas de las frutas, la mosca del olivo se encuentra junto con la mosca del mediterráneo *Ceratitis capitata* entre las plagas agrícolas más problemáticas que tiene el cultivo del olivo (Vega, 2006) debido a que los daños causados al fruto tienen repercusiones económicas muy importantes, por esta razón se precisa la realización de controles anuales sobre la plaga para mitigar los efectos de la misma.

Ambas especies mencionadas se reconocen fundamentalmente por la vena subcostal, que se dirige bruscamente hacia delante (Vega, 2006). Las moscas de las frutas se distinguen de casi todas las otras familias, por un lado, por sus alas manchadas en varios patrones de manera irregular según la especie y, por otro lado, por el órgano ovopositor característico de las hembras (Vega, 2006).

Las larvas suelen tener un tamaño de hasta 8 milímetros y están caracterizadas por su ausencia de patas, color blanquecino con forma de huso y cabeza muy pequeña. Viven en el interior de la aceituna. La *B. oleae* adulta en cambio, tiene una longitud de unos 5 milímetros y es de color marrón pardo. Además, se caracteriza por tener una placa blanquecina al final del tórax y dos manchas blancas al comienzo de las alas, siendo estas últimas transparentes y con una mancha en el extremo (Bermejo, 2011).

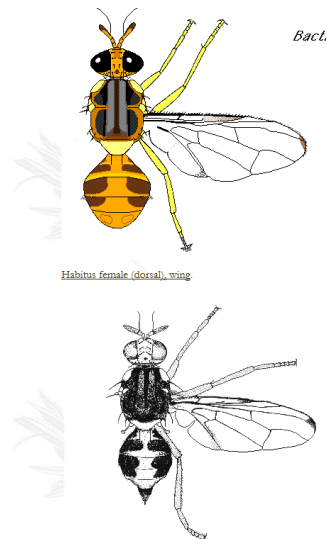
En esta especie el dimorfismo no es muy elevado por lo que para diferenciar los machos de las hembras hay que ver el órgano oviscapto, solo las hembras poseen este órgano ya que son las encargadas de mediante un pequeño corte en los frutos introducir los huevos (Waybackmachine, 2008).

Ilustración 2. Hembra adulta *Bactrocera oleae*



Fuente: (Waybackmachine, 2008)

Ilustración 3. Dibujo dimorfismo *Bactrocera oleae*



Fuente: (Waybackmachine, 2008)

Distribución geográfica:

Se conocen casi 5.000 especies pertenecientes a la familia Tephritidae en todo el mundo y en la Península Ibérica existen 113 (Vega, 2006). En este caso, la *B. oleae* está presente en toda la cuenca Mediterránea, Sudáfrica, Islas Canarias, Islas Baleares, India y Asia Occidental, lugares donde hay una mayor producción de olivo (Econex, 2018).

Ciclo Biológico:

Los ataques del díptero tienden a ser más frecuentes en zonas con temperaturas más húmedas y frescas y los primeros adultos aparecen en junio, por lo tanto, la mosca del olivo tiende a no frecuentar lugares geográficos en los que los veranos son calurosos y secos (Bermejo, 2011).

La hembra de *B. oleae*, deposita los huevos dentro de la aceituna ayudándose del órgano ovíscapo y creando un pequeño corte conocido como la picada de la mosca (Agroramón, 2018).

Tras este primer paso y la posterior eclosión del huevo, la larva comienza a alimentarse de la pulpa de la aceituna y cuando finaliza el proceso de alimentación, la larva se convierte en pupa. Finalmente, en un periodo muy corto de tiempo, la pupa se transforma en adulto, dando pie a la generación de una mosca (Agroramón, 2018).

Daños:

Los daños que provoca este díptero se centran en el fruto, ya que la mosca del olivo se alimenta de la pulpa del fruto del olivo, esto es, las aceitunas, y condicionan la cantidad y la calidad de la mayoría de las zonas de cultivo de olivos. Se pueden distinguir diferentes tipos de daños (MOABEPE, 2006):

-Aceituna de verdeo: daños directos e indirectos. Los daños directos son debido a la cicatriz producida por la picada de la mosca y a las galerías realizadas por las larvas. Estos daños hacen imposible el aprovechamiento de la aceituna. Entre los daños indirectos, caben destacar aquellos producidos por la penetración de hongos y bacterias que aparecen en las picaduras de la *B. oleae* parasitadas o que proporcionan las larvas a la hora de alimentarse. Asimismo, incluso las picadas en las que no se deposita el huevo, pueden ser la vía de varias infecciones causadas por hongos al propio fruto favoreciendo también su caída. Estos daños fomentan el nacimiento de aceitunas de mala calidad, imposibilitando no sólo el aprovechamiento de la aceituna como aceituna de mesa sino la obtención de aceite (MOABEPE, 2006).

-Producción destinada a aceite: Además del daño que provocan los hongos a las aceitunas destinadas a la creación de aceite, la mosca del olivo provoca daños en los frutos cuando los pica entre los meses de junio, julio y agosto y estos maduran de una manera prematura, cayéndose al suelo antes de su recolección y bajando considerablemente la calidad del aceite (MOABEPE, 2006).

Control:

Las altas temperaturas superiores a los 35°C fomentan la eliminación de las larvas de la mosca del olivo y llegan a ser letales si se alcanzan los 40°C. Además, existen insectos que parasitan a la mosca del olivo, tales como: *Eupelmus urozonus*, *Lasioptera berlesiana*,

entre otros. Finalmente, existen otro tipo de tratamientos útiles para reducir la existencia de este díptero, conocidas como las trampas del olivo, las cuales se han utilizado en el presente estudio. En este caso, se ha hecho uso de la trampa Olike y la trampa cromotrópica (Antonio, 2018).

Tal y como se muestra en la tabla 1 expuesta a continuación y obtenida de la Guía de Gestión Integral de Plagas (GIP) del ministerio de agricultura, vemos que en el olivar de almazara se considera plaga cuando las picaduras de *Bactrocera oleae* en los frutos superan el 10%. Para su control habla de las trampas ya citadas de las cuales se hablará más adelante y de cuáles son los umbrales para el tratamiento químico.

Tabla 1. . Guía de Gestión integrada de plagas (GIP) para la *Bactrocera oleae*

Plagas principales	Seguimiento y estimación del riesgo para el cultivo	Medidas de prevención y/o culturales	Umbral/Momento de intervención	Medidas alternativas al control químico (*)	Medios químicos
Mosca del olivo (<i>Bactrocera oleae</i>)	<p><i>Muestreo de fruto</i> Se realizará en 20 árboles por parcela de muestreo</p> <p>Olivar de almazara Zonas con problemas habituales de mosca (>10% fruto picado si no se trata), coger 10 frutos / árbol Zonas sin problemas habituales de mosca (<10% fruto picado si no se trata), coger 20 frutos / árbol</p> <p>Olivar de mesa Coger 50 frutos / árbol</p> <p><i>Capturas de adultos en trampas</i> (nº de moscas por trampa y día)</p> <p>Se colocan al menos 3 trampas McPhail y/o 3 trampas cromotrópicas (placas pegajosas amarillas) con feromona, por parcela de muestreo colocadas de forma alterna</p>	<p>A la hora de realizar una nueva plantación, tener en cuenta que las variedades más sensibles son "gordal", "manzanilla" u "hojiblanca" y que la presencia de plantas de olivarda (<i>Dittrichia viscosa</i>), alcaparrera (<i>Capparis spinosa</i>), entre otras, favorecen el establecimiento de parasitoides, así como la presencia de setos en las lindes permiten la actuación de los enemigos naturales autóctonos</p> <p>Labrar el suelo del olivo después de la recolección, para disminuir la población invernante</p> <p>Recolección temprana para reducir la generación de otoño que será el origen de las poblaciones del año siguiente</p> <p>Controlar el exceso de abonado nitrogenado y el exceso de vegetación</p> <p>Regular el riego en verano</p>	<p>ACEITUNA DE ALMAZARA <i>Para tratamientos de parcheo</i> Primer tratamiento cuando se supere alguno de los siguientes umbrales: - 1 adulto/trampa McPhail y día y se observe 1% de aceituna picada - 5 adultos/trampa cromotrópica/día y se observe 1% de aceituna picada - 1% de aceituna picada para las parcelas que no pongan trampas</p> <p>Siguientes aplicaciones, al superar al guño de los umbrales siguientes: - 1 adulto/trampa McPhail y día y se observe 1% de aceituna picada nueva - 3 adultos/trampa cromotrópica y día y se observe 1% de aceituna picada nueva - 1% de aceituna picada nueva para las parcelas que no pongan trampas</p> <p><i>Para tratamientos a todo el árbol</i> Tratamiento larvicial: - Primer tratamiento. Cuando se supere el umbral 5% de aceituna picada - Sigüientes aplicaciones. 5% de aceituna picada nueva</p> <p>Tratamiento con repelentes de picada y hongos entomopatógenos - Primera aceituna picada</p> <p>ACEITUNA DE MESA <i>Para tratamientos de parcheo:</i> Primer tratamiento cuando se supere alguno de los siguientes umbrales: - 1 adulto/trampa McPhail y día y se observe la primera aceituna picada - 3 adultos/ trampa cromotrópica y día y se observe la primera aceituna picada - Se observe la primera aceituna picada para las parcelas que no pongan trampas</p> <p><i>Para tratamientos a todo el árbol:</i> Tratamiento larvicial - Primer tratamiento cuando se supere el umbral 1% de aceituna picada - Sigüientes: 1% de aceituna picada nueva</p> <p>Tratamiento con repelentes de picada y hongos entomopatógenos - Primera aceituna picada</p>	<p>Medios biotecnológicos Trampeo masivo de atracción y muerte</p> <p>En lugares con alta incidencia de la plaga no suelen ser un método de control suficiente para evitar el daño</p>	<p>Se podrán utilizar los productos fitosanitarios autorizados en el Registro de Productos Fitosanitarios del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente</p>

(*) Se han recogido en este apartado los medios biológicos, biotecnológicos y físicos. Los medios culturales, que también pueden ser una alternativa al control químico, se han agrupado con las medidas de prevención.

NOTA: Aquellos agricultores que se encuentren exentos de la obligación de contratar un asesor fitosanitario, para implementar la GIP podrán seguir las recomendaciones de las estaciones de avisos fitosanitarios en aquellas zonas donde existan o de otros organismos competentes.

Fuente: Martín y Ruiz Torres et al,2014

2. Justificación y Objetivos

El cultivo del olivo se está extendiendo por los terrenos navarros, como se ha señalado con anterioridad y al igual que en el resto de España la plaga que más pérdidas causa es la mosca del olivo (*Bactrocera oleae*) ya que afecta directamente a sus frutos, las olivas. Con el fin de dar con una solución para este problema que no incluya pesticidas, se están estudiando diferentes métodos de control para este díptero. El incremento del terreno destinado a explotaciones ecológicas también es notable en esta región, por lo que es un problema socio/económico de gran relevancia para la vida rural navarra. Con el presente trabajo se busca facilitar información de calidad sobre este tema y tratar de extrapolarlo a diferentes regiones y tipos de explotación de olivos.

Objetivo general:

Observar cómo afecta la mosca del olivo (*Bactrocera oleae*) en plantaciones con tres tipos de manejo del cultivo del olivo (ecológico, convencional, sin ningún tipo de tratamiento) y comparar dos métodos de captura, las trampas de tipo Mcphail que si son utilizadas en cultivos de *Olea europaea* reciben el nombre de Olipe y las trampas cromo-trópicas que utilizan el color para la atracción de dípteros.

Los objetivos específicos:

- Estudiar los tres tipos de explotaciones, en función de su manejo.
- Conocer los métodos empleados para el control de esta plaga por los diferentes agricultores y estudiar su eficacia.

3. Material y métodos

3.1. Descripción de las parcelas de estudio

En este apartado se van a exponer todas las características de los cultivos que no dependen directamente de como este decida gestionar su parcela. Estas características son la localización, un análisis del suelo, diferencias meteorológicas entre las zonas y factores externos que puedan afectar a los cultivos. La localización geográfica de las parcelas y aquellos factores que vengan dados por dicha localización, como puede ser pendiente u orientación al sol. Se ubican todas en el término municipal de Falces, localidad situada al sur de la Comunidad Foral de Navarra. Esta localidad se encuentra en la merindad de Olite (Figura 4). La altitud de la localidad es de 295 metros sobre el nivel del mar llegando a los 600 metros sobre el nivel del mar en las zonas agrícolas de secano más montañosas. Este cuenta con una extensión de 115 km².



Figura 4. Localización Falces en mapa de municipios navarros. Fuente: Biquipedia, 2019

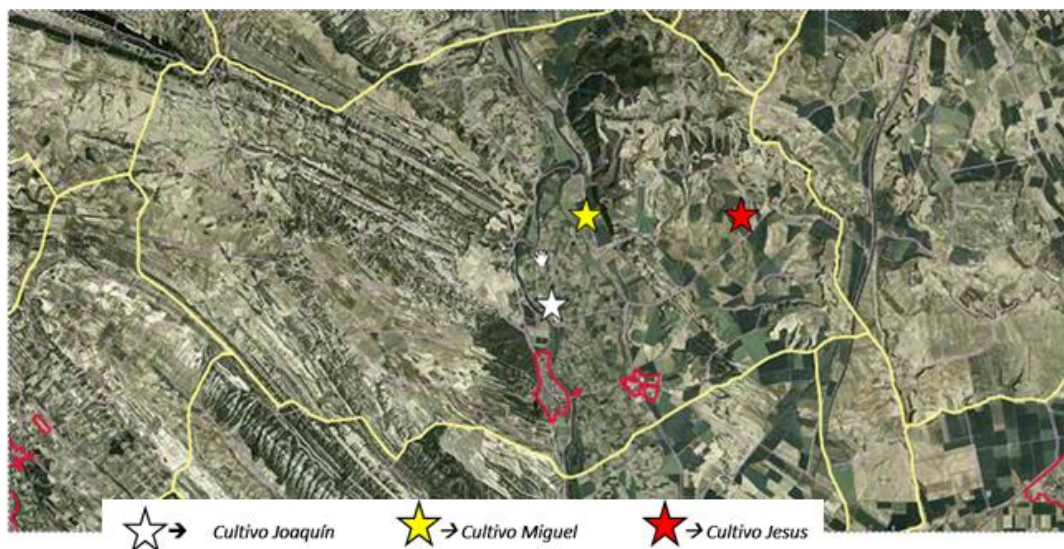


Ilustración 5. Localización de las parcelas en el municipio. Fuente: Mapas sigpac actualización 2017

El estudio se realiza en 3 parcelas diferentes a las que se referirán desde ahora en adelante como cultivo Miguel, cultivo Joaquín y cultivo Jesús, en referencia a los propietarios de estas.

Estas 3 parcelas comparten un suelo muy similar, a continuación, se describe el análisis textural que se ha realizado en cada parcela. Todos los suelos se pueden describir en función de la clase agrológica que les engloba. Las clases agrológicas van de la clase 1 a la clase 7 siendo las 1,2 y 3 aquellas que engloban los suelos cultivados sin limitaciones, suelos cultivados con limitaciones ligeras de uso y suelos cultivados con limitaciones moderadas de uso. Dentro de estas 3 clases agrológicas se encuentran diferentes subclases en función de las características del suelo.

Tabla 2. Subclases agrológicas parte 1

Clase	Condiciones Climáticas		Características del Horizonte Superficial		
	Pluviometría (mm/año)	Temperatura*	Piedras (%)	Salinidad (ds/m)	Textura
Clase IIc	300-600	De maíz a algodón	<5	<2	Equilibrada
Clase II	300-600 o riego	+ cálido que trigo	<5	<2	Equilibrada
Clase IIIs	300-600 o riego	+ cálido que trigo	<20	<4	Puede limitar
Clase IIIe	300-600 o riego	+ cálido que trigo	<5	<2	Puede limitar
Clase IIIIs	300-600 o riego	+ cálido que trigo	<50	<8	Puede limitar
Clase IIIes	300-600 o riego	+ cálido que trigo	<50	<8	Puede limitar
Clase IVs	300-600 o riego	+ cálido que trigo	<90	<16	Puede limitar
Clase V	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
Clase VI	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera

Fuente: El empleo del SIG y la teledetección en Planificación Territorial, Conesa *et al* 2004.

Tabla 3. Subclases agrológicas parte 2

Clase	Condiciones Generales del Suelo				
	Pend.(%)	Erosión	Rocas (%)	Encharcamiento	Prof. (cm)
Clase IIc	<3	No existe	No existe	No existe	>90
Clase II	<10	No existe	<2	Estacional o <	>60
Clase IIc	<10	No existe	<2	Estacional o <	>60
Clase IIIe	10-20	Moderada o <	No limita	Estacional o <	>30
Clase IIIc	<10	No existe	<10	Estacional o <	>30
Clase IIIe	10-20	Moderada o <	<10	Estacional o <	>30
Clase IVc	<10	No existe	<25	Estacional o <	>30
Clase V	<10	No existe	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
Clase VI	10-30	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera

Fuente: El empleo del SIG y la teledetección en Planificación Territorial, Conesa 2004.

En el municipio de Olite con unas características muy similares a las del municipio estudiado más del 80% de los terrenos cultivados pertenecen a la clase agrológica II y dentro de las subclases la s es la más frecuente (Conesa *et al*,2014). Por ello podemos decir que los suelos poseen:

- Pendiente menor de 10%.
- Sin erosión.
- Porcentaje de rocas menor que 2%.
- Encharcamiento nulo o muy estacional.
- Profundidad del suelo mayor de 60 cm.
- Porcentaje de pedregosidad menor de 20 % en todos los casos y dependiendo la subclase puede ser menor del 5%.
- Salinidad menor de 4 ds/m.

Con estos datos se puede establecer que nos encontramos ante un suelo de Clase II y con el estudio del suelo in-situ obtendremos datos de textura y pedregosidad que terminaran de aportar todos los datos necesarios para la descripción del suelo.

Cultivo Miguel:

Coordenadas: 42°25'4,60" N

1°46'59,26" W

UTM x: 600,117

30N y: 4,696,899

El cultivo se encuentra al norte del municipio de Falces en el margen izquierdo de la carretera en dirección Miranda, a 4 km del núcleo urbano. Esta parcela se sitúa en el valle del Arga, a escasos 500 m del río, en una zona de huertas. El terreno es llano y está bien protegido del cierzo por un pinar contiguo al mismo. El cultivo posee una superficie de 0,66 ha, en riego por goteo.

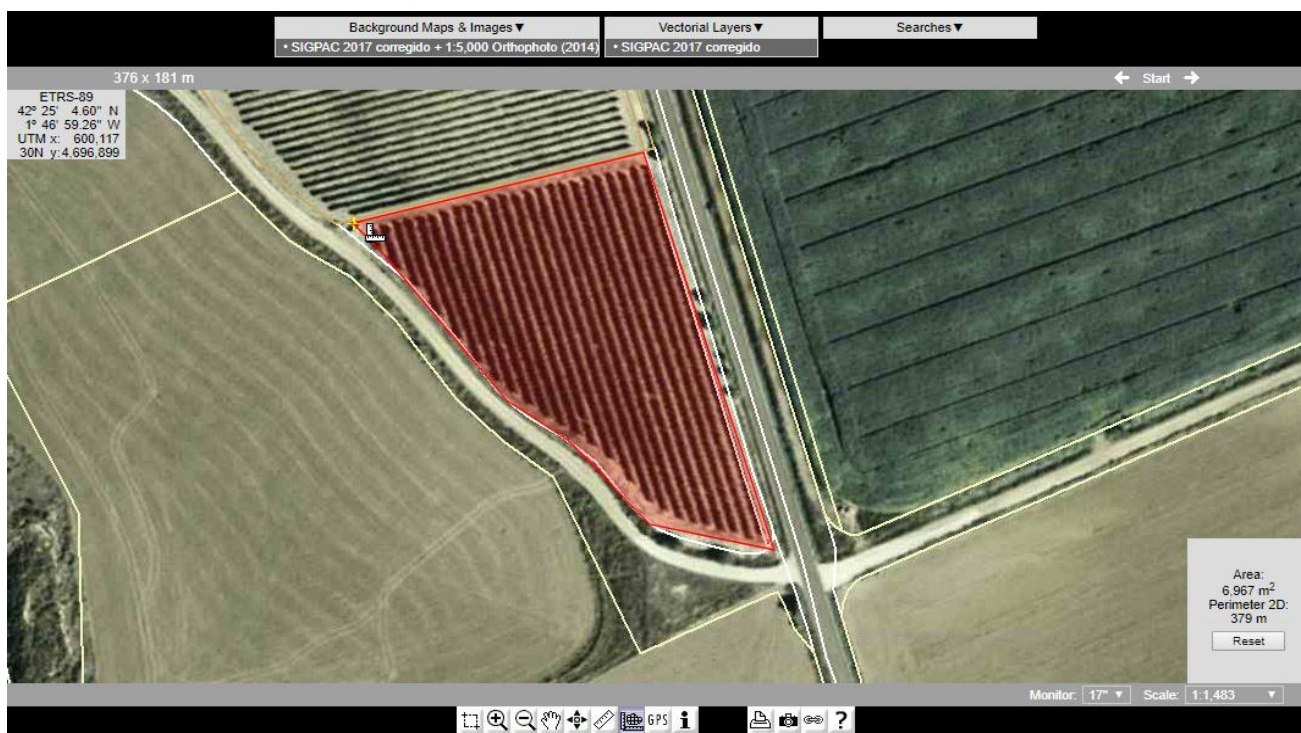


Ilustración 6. Tamaño y distribución cultivo Miguel. Fuente: Elaboración propia a partir de sigpac 2019

En cuanto al suelo: Para reconocer las texturas del suelo en los diferentes cultivos se realizó un pequeño test de campo que constaba de 3 fases:

1-Análisis de pedregosidad por metro cuadrado obteniendo un porcentaje aproximado de cobertura del suelo por piedras.

2-Análisis de textura gruesa o fina. En este análisis se humecta la arena y se hace una esfera. Esta esfera se lanza contra la pared, si la esfera se disgrega en múltiples fragmentos es fina, si, por el contrario, se queda adherida a la pared, es gruesa.

3-Análisis de clase textural. En esta se realizan 4 sencillos pasos para saber que textura posee la parcela: Arenosa, Arcillosa, Franca o Limosa. Realizamos una esfera de 3 a 5 cm, si al apoyar esta bola sobre la palma de la mano se nos desmorona determinamos que es Arenoso. Si no es el caso, proseguimos haciendo un cilindro de 6 a 7 cm de largo, si no es capaz de mantener la forma se denominará Arenoso- Franco. Si aguanta la forma, pero al momento de ser doblado se desmorona, es Franco. Por último, hacemos un círculo uniendo una punta con otra del cilindro. Si el cilindro se desquebraja la textura es franco-arcilloso o franco-pesado y de formarse todo el cilindro, se trataría de un cultivo arcilloso.

Estos 3 procedimientos son los empleados para conocer el suelo y a los que nos referiremos en los diferentes cultivos.

En este caso la parcela contaba con una pedregosidad del 5%, un suelo fino y de textura franco-arcillosa. La clase agrológica en este escenario es clase II c.

Cultivo Joaquín:

Coordenadas: 42°24'16,60" N

1° 47' 40,04 W

UTM x:599,206

30N y:4,695,405

Este cultivo se encuentra en la zona de Huertas del pueblo a escasos 50 m de la orilla del río y a escasos 2 km del núcleo urbano, hacia el norte. Esta parcela tiene una superficie de 0,28 ha con un por goteo marcado por las condiciones meteorológicas, al ser una finca pequeña destinada a la producción de aceite para el consumo en casa y no para la venta el agricultor no se preocupa por la cantidad de agua que suministra a la explotación, son regados sin conocer las necesidades hídricas de los árboles, cultivo más tradicional en ese aspecto. El riego depende enteramente del juicio del agricultor.

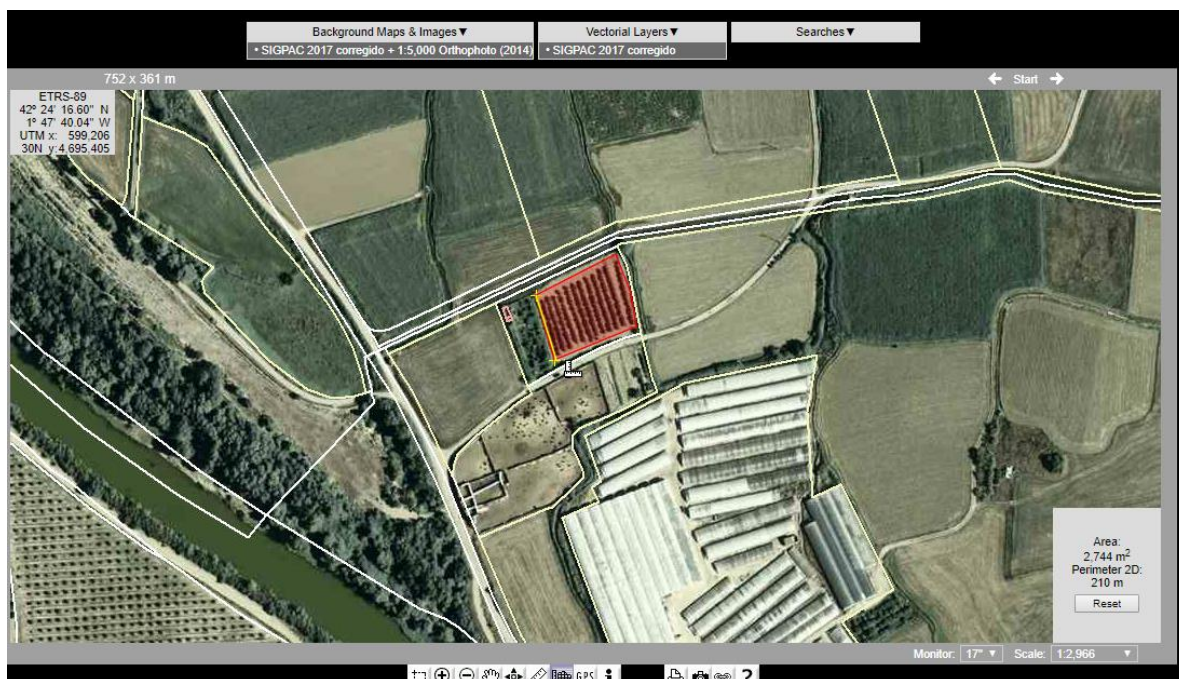


Ilustración 7. Tamaño y distribución cultivo Joaquín. Fuente: Elaboración propia a partir de sigpac, 2019

El suelo de este cultivo poseía una pedregosidad del 5%, un suelo fino y era de textura franco-arcillosa. La clase agrológica en este caso es: Clase II sin subclase o subclase c.

Cultivo Jesus:

Coordenadas: 42°25'25,40" N

1° 45' 6,39" W

UTM x:602.752

30N y:4.697. 633

Este cultivo se sitúa en el este del terreno municipal en dirección Olite o Tafalla. Es el cultivo más grande de los estudiados con 17,4 ha. Se encuentra a unos 12 km del núcleo municipal y es el único de los estudiados que se sitúa en la zona más montañosa, en el pasado era una zona de secano pero que en la actualidad (hace 5 años) se transformó en zona de riego gracias al canal de Navarra. Esta parcela como las anteriores se riega por



goteo.

Ilustración 8. Tamaño y distribución cultivo Jesús. Fuente: Elaboración propia a partir de sigpac, 2019

El suelo en este cultivo tenía un % de pedregosidad del 25%, textura fina y arcilloso. La clase agrológica en este escenario es clase II s.

3.2. Descripción de manejos agrícolas en las parcelas.

Se repetirá la estructura usada en el apartado anterior. En el presente párrafo se pretende aportar una mayor cantidad de datos acerca de cómo son dirigidas estas explotaciones por los agricultores y qué es lo que hace única a cada una de ellas. Los diferentes factores son: Disposición de riegos, marco de plantación, pesticidas y abonos utilizados, modo de recolectar, número total de árboles y variedad de olivo.

Las parcelas han sido seleccionadas por la gran variedad de manejos que se dan en ellas: convencional, “biodinámico”, término en el que se ahondará más adelante.

Cultivo Miguel:

Este cultivo se enmarca en lo que se denomina agricultura convencional intensiva o en seto. El marco de plantación es en filas con una separación de 1,5 metros entre los árboles y 4 metros entre las filas. Se usan espalderas de alambre y postes de madera para que la disposición del árbol sea lo más apropiada posible para la cosechadora. Esta parcela se riega por goteo. La altura media de los árboles medido de forma aleatoria es de 2.32 m desde el suelo a las ramas más altas.

La variedad seleccionada para la plantación fue arbequina y son unos árboles de 6 años. Son aproximadamente 950 árboles.

En cuanto a los tratamientos recibidos en la temporada 2016 – 2017, se aplicó cobre como tratamiento preventivo y fosmet 20% en dos fases, primero en junio - Julio y, posteriormente, en la primera semana de septiembre. Estos últimos en forma de concentrado emulsionable para aplicar en pulverización foliar. Su eficiencia está demostrada en el control de cochinillas, psyllas, tripses, polillas y otras orugas, moscas de los frutos (entre las que se encuentra el díptero del estudio) y algunos escarabajos. La cosecha es la más temprana de las 3 parcelas y es recogida mediante cosechadora mecánica. El agricultor a la hora de seleccionar la variedad que quería para su cultivo eligió la variedad arbequina porque es una de las más flexibles y la que mejor soporta los temblores que se requieren para que el fruto caiga.

Cultivo Joaquín:

Es la parcela más pequeña, sigue un manejo ecológico, aunque no tenga certificación. No se utilizan ni productos químicos ni trampas, es un cultivo en el que el dueño no realiza ningún control, ya que, es para el autoconsumo de varias familias.

El marco de plantación es el propio de un cultivo intensivo en espalderas, pero al tratarse de un cultivo de 8 años y teniendo en cuenta que desde los 4 años no se han atado las

ramas, los olivos han crecido de forma anárquica y con una copa mucho más redonda que en el anterior cultivo.

El cultivo se distribuye en filas separadas entre sí por 4 metros y con una separación entre árboles de 1,5 metros. Estos olivos al igual que los anteriores descritos son de variedad arbequina.

El riego se da por goteo y sin seguir ningún criterio, cuando el dueño cree oportuno se riega con el agua del regadío.

Para el control de la mosca del olivo se utilizó una infusión de ortigas y cola de caballo, se pulveriza de forma manual y no se sigue ningún tipo de directriz. La eficacia de este producto no está probada, En función del fabricante que se elija tiene más o menos efectividad, en muchos casos no hay ningún estudio sobre ello, de hecho, esto mismo viene reflejado en la etiqueta. Esta infusión está permitida en la agricultura ecológica.

En el historial de estos olivos sólo se puede reseñar que en la temporada 2014 - 2015 sufrió un brote muy fuerte de cochinillas y que alrededor del 3% al 4% de la cosecha estuvo picada por *Bactrocera oleae*. El cultivo de Joaquín es el único cultivo con datos sobre efectos pasados de esta plaga.

Cultivo Jesús:

Este cultivo sigue los parámetros de lo que entendemos como un manejo ecológico, sin embargo, va más allá proponiendo un concepto conocido como el cultivo biodinámico.

Esta parcela tiene riego por goteo. El marco de plantación es a tresbolillo.

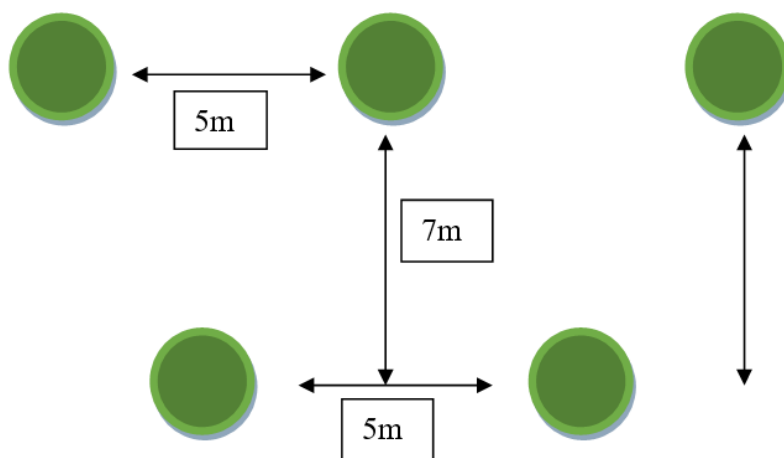


Ilustración 9. Marco de plantación a tresbolillo Fuente: Elaboración propia

Los árboles seleccionados son de la variedad arbequina y Arróniz (autóctona de Navarra). La parcela tiene 5 años y un total de 4000 árboles. El historial de este cultivo en términos

de enfermedades y plagas es breve y solo cabe resaltar que se vio afectado por cochinilla en su primer año de producción.

Para cumplir con los principios de la agricultura biodinámica propuestos por Steiner y explicados en líneas anteriores y conseguir que el cultivo siga siendo competitivo, cree en la auto regulación de las plagas por medio de las conexiones tróficas. Su cultivo posee una zona con agua encharcada con la cual pretende dar cobijo a anfibios que se alimentan de insectos nocivos para el cultivo. También posee una gravera realizada por el agricultor con la intención de que aniden las aves rapaces que se alimenten de los estorninos y otras aves que se alimentan de estos frutos. Asimismo, de cara a espantar a estos estorninos y otros pájaros de sus olivas, tiene cometas con forma de halcón y altavoces que reproducen su piar (únicamente se emplea en los meses de recolecta y cuando las olivas están desarrollándose). Con el objetivo de proteger las olivas del viento y de los picotazos, el cultivo está rodeado por madroños (*Arbutus unedo*), endrinos (*Prunus spinosa*) y otros arbustos de fruto con el fin de disminuir la caída de los frutos y de que los pájaros se alimenten de esos frutos, más llamativos.

Tal y como menciona el propietario de la explotación, a través de estos métodos no ve necesario el hecho de aplicar químicos o pesticidas, dado que las plagas son autorreguladas.

3.3. Materiales

En este estudio las dos trampas utilizadas para el control de las plagas han sido fabricadas personalmente, de forma manual, siguiendo modelos con eficacia demostrada. A continuación, se detalla cómo son fabricadas y qué se requiere para ello.

- Trampa cromotrópica: Se preparan 9 trampas de este tipo.
 - Plancha de plástico de 1m x 2m.
 - Pintura amarilla metalizada.
 - Pegamento transparente para cazar ratones. Incoloro, inodoro y con una vida útil muy larga. Este pegamento está hecho a partir de resinas sintéticas y compuestos de plástico.
 - Cuerda.

La trampa cromotrópica es muy sencilla de realizar, posteriormente analizaremos sus resultados capturando *B. oleae*.

Las trampas cromotrópicas son unos dispositivos que atraen a los insectos por medio del color. Estas trampas funcionan por la diferencia de longitud de onda del espectro visible reflejada, es decir, son de diferentes colores, normalmente, azul amarillo o negro, y este factor del color influye en los insectos, dado que se ven atraídos por una u otra longitud de onda (color) dependiendo de la especie (Procampo, 2016).

Estas herramientas se utilizan tanto para el seguimiento y la posterior evaluación de las poblaciones, es decir, para conocer si es necesario realizar algún tratamiento específico, como para el control directo de diferentes plagas de dípteros (Agrobío, 2019). En este caso, a través de la trampa cromotrópica amarilla los dípteros de la familia Tephritidae como la *B. oleae* se sienten atraídas y queda adheridas en la superficie de la trampa de manera que el insecto no puede abandonarla y muere al cabo de un periodo corto de tiempo (Olivero, 2004).

Trampa Olike: Se preparan 9 trampas de este tipo.

- Botellas de PET (tereftalato de polietileno) de 1,5 litros.
- Pintura amarilla, para no sólo ser atraídos por los atrayentes sino por el color.
- Taladro, con el fin de que esta trampa capture solo *B. oleae* se realizan agujeros en las botellas de 5 mm de diámetro.
- Cuerda.
- Atrayente del interior de la botella formado por Fosfato diamónico al 3%. Este es un fertilizante muy empleado en la agricultura, también conocido como 16-46-00.

Esta trampa ha sido construida rellinando la botella con el atrayente al 3%. Se pinta una franja amarilla en la parte superior de la botella y es ahí donde se hacen los orificios de 5mm para la entrada de los insectos. Se agarra la botella con cuerda por su parte superior y, de esta manera, ya está lista para ser atada al árbol.

Este método mezcla componentes de la trampa anterior, ya que las botellas están pintadas con una franja que atrae a los dípteros hasta ella. Cuando el díptero está cerca es atraído por las partículas volátiles que el fosfato diamónico emite al ambiente y al entrar en la botella estos quedan en el fondo de la botella, en la disolución. La durabilidad de esta trampa varía mucho en función de unos estudios a otros, ya que depende del calor, la humedad y el viento. En este estudio se realiza un llenado y con eso es suficiente para los 2 meses en los que se hizo uso de ellos.

Según el estudio de Olivero, 2004, ambas trampas son utilizadas por los agricultores y son capaces de atraer a un gran número de individuos de *B. oleae*.

- o Otros materiales requeridos:
 - Flexo.
 - Lupa.
 - Colador con luz de 1mm.
 - Botes con alcohol etílico al 95% (conservación de insectos) (Fernandez, 2017).
 - Termómetro digital de exteriores, marca Yinshao.
 - Estación meteorológica de Falces:
 - Altitud: 297 m
 - Coordenadas: X:599343 Y:4697427
 - Propiedad de Min. de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente
 - Instalación: 02/03/2004

3.4. Método:

Tras la realización de la revisión bibliográfica, la preparación de los materiales y el estudio de las parcelas, el estudio prosigue de la siguiente forma. El estudio se estructura en 2 partes, el proyecto piloto a pequeña escala y realizado en un periodo de tiempo reducido, y, el proyecto completo desarrollado durante mes y medio.

3.4.1 Proyecto piloto (una semana):

En este pequeño estudio cuya duración fue de 7 días, se pusieron a prueba las dos trampas realizadas para probar su eficacia capturando *Bactrocera oleae* u otros dípteros. Con el fin de probar su eficacia se instalaron en un cultivo de olivos cercano al río con mucha humedad y, por tanto, con muchos insectos. Esta parcela se escogió al azar y no fue monitorizada posteriormente por el efecto que estos trampeos pudieran tener en la población de *B. oleae*. En esta zona se instaló una trampa cromotrópica y a unos 20 metros una trampa Olipe. Para añadir más variables y descubrir aquellos factores que más influyen en la captura se instalaron también en el jardín de la casa del autor del propio trabajo, jardín húmedo, lleno de flores, sombrío y con una amplia diversidad de insectos voladores.

Con todos los datos obtenidos a través del proyecto piloto, se prepara el método a seguir durante el siguiente mes y medio hasta la recolección de las olivas.

3.4.2. Metodología seguimiento completo en las parcelas (2 meses)

Este trabajo se puede dividir en 2 apartados:

A) Estudio del muestreo: Para realizar un buen muestreo se debe definir la población, la muestra y el muestreo, de cara a que los datos obtenidos sean válidos y se resuelva el objetivo marcado en el proyecto: *“conocer cómo afecta B. oleae en el cultivo de olivos en Navarra y qué método de captura de los estudiados muestra mayor efectividad”*.

-Población: Conjunto total de individuos sobre los que se pretende extrapolar la información del estudio que es: cultivos de olivos situados en la comunidad autónoma de Navarra ya sean ecológicos o convencionales.

-Muestra: Parte de la población sobre la cual se miden las características estudiadas. Parcelas de Jesús, Joaquín y Miguel ya presentados con anterioridad. Dentro de estos se van a realizar 3 manejos de la plaga a modo de tratamientos:

-1/3 de la parcela no tendrá ninguna trampa.

-1/3 de la parcela se encontrará bajo la influencia de la trampa Olipe. 3 Trampas Olipe en este tercio de parcela. En función de la parcela a la que haga referencia la

densidad de trampas por ha varía. Joaquín: 0,04 ha/trampa. Jesus: 1,93ha/ trampa. Miguel: 0.8 ha/trampa.

-1/3 de la parcela se encontrará bajo el efecto de la trampa cromotrópica. 3 Trampas cromotrópicas en este tercio de parcela. En función de la parcela a la que haga referencia la densidad de trampas por ha varía. Joaquín: 0,04 ha/trampa. Jesus: 1,93ha/ trampa. Miguel: 0.8 ha/trampa.

De esta forma tenemos 9 muestras a seguir.

Tabla 4. Las 9 muestras a seguir durante el estudio.

9 MUESTRAS		
Miguel + Trampa Olipe	Joaquín + trampa Olipe	Jesús + trampa Olipe
Miguel + Trampa cromotrópica	Joaquín + trampa cromotrópica	Jesús + trampa cromotrópica
Miguel + Nada	Joaquín+ Nada	Jesús + Nada

Fuente: Elaboración propia

Los parámetros a estudiar son el número de olivas picadas por *B. oleae* y el número de individuos de *B. oleae* capturados por las trampas. Al final del proyecto se deben tener datos de ambas características en cada una de las muestras para extrapolarlas al conjunto de la población.

-Muestreo: Es el proceso que se va a seguir para la obtención de la muestra. En nuestro caso se va a realizar un muestreo aleatorio estratificado, dado porque se eligen las tres parcelas para que sean lo más representativos y se dividen en 3 zonas para tener datos de todas las trampas, dicho esto dentro de cada zona las trampas se sitúan de forma aleatoria y también las olivas para analizar se cogen de forma totalmente aleatoria y de diferentes árboles. Por esto, este muestreo se puede definir como uno aleatorio estratificado. En cuanto a las aceitunas Se deben de tomar 100 de cada una de las 9 muestras presentadas en la tabla anterior. Estas aceitunas son recogidas el 8 de noviembre, justo antes de la cosecha de ese año, 2017. Con el fin de coger muestras representativas se deberá de recolectar de al menos 10 árboles de cada una de las diferentes muestras. Todos los demás factores como orientación, cercanía a las trampas y otros no influyen en la recolecta ya que son recolectadas de forma azarosa.

B) Trabajo de campo:

B.1) El primer paso es la colocación de las trampas en los diferentes cultivos. Tal y como se ha comentado con anterioridad, la distribución empleada dentro de las tres zonas ha sido aleatoria.

Ilustración 10. Distribución trampas en cultivo de Joaquín. Círculo rojo- cromotrópicas. Estrella amarilla-Olipe

Ilustración 11. Distribución trampas en cultivo de Miguel. Círculo rojo-cromo trópicas. Estrella amarilla- Olipe

Ilustración 12. Distribución trampas en cultivo de Jesús. Círculo rojo-cromotrópicas. Estrella amarilla- Olipe.

Se determina una periodicidad de revisión de las trampas semanal para toma de datos. Estos datos se recogerán durante 5 semanas, ya que, la sexta semana está programada para la cosecha de la oliva. En las 2 primeras semanas se hacen excepciones y se pasa cada 3 días para comprobar que no haya ningún problema con las trampas y se mantengan en su sitio, sigan conservando sus propiedades y no haya habido ningún problema.

Semanalmente se recogen los datos en la plantilla expuesta a continuación:

Tomamos los datos de temperatura, lluvia, humedad y otras observaciones para ver si existe alguna relación con el trampeo masivo que se está realizando en las parcelas. Como ya he mencionado se toman temperaturas con un termómetro de exteriores, pero todos los datos se comprueban con los datos mostrados por la estación meteorológica del municipio. Con todos estos datos analizaremos que épocas son más favorables para que *Bactrocera oleae* se desarrolle en nuestras parcelas.

Tabla 5. Plantilla a rellenar semanalmente.

Parcela de:	Zona Olipe		Zona cromo-trópica	
	Nº Capturas de dípteros e insectos	Nº Capturas de <i>B. oleae</i>	Nº Capturas de dípteros e insectos	Nº Capturas de <i>B. oleae</i>
Fecha:				

Temperatura:	Viento:	Lluvia / Humedad:	Otras Observaciones:
--------------	---------	-------------------	----------------------

Fuente: Elaboración propia.

Descrito el lugar y la periodicidad de muestreo, otra parte muy importante del trabajo es poder diferenciar cuáles de los insectos capturados corresponden a la población de *B. oleae* y no a otros insectos, es decir la selectividad del método. Para la obtención de esta información se diferencian 2 procesos.

In-situ, en el caso de las trampas cromotrópicas, ya que, los individuos permanecen pegados y esto imposibilita la acción de extraerlos. En este caso con la ayuda de una lupa se observan los individuos con el mayor detalle posible y con la ayuda de fotos e información se determina el número de *B. oleae* y en el caso de no pertenecer a esta población, se apunta el número de capturas de otros insectos.

El otro proceso es Ex situ, en el caso de las trampas Olipe, los individuos que se encuentran en el interior de la botella son extraídos con la ayuda de un colador y posteriormente son traspasados a recipientes de cristal con alcohol etílico al 70% (disolución del original comprado al 95%). El líquido comúnmente utilizado para sacrificarlo y preservación de los insectos es el alcohol etílico o etanol, usualmente con 70% de concentración (3 partes de alcohol y 1 de agua). Este sistema provoca un deterioro del color de los especímenes, además, los ejemplares conservados en alcohol se encojen ligeramente (Vivelanaturaleza, 2001).

Posteriormente, con la ayuda de un flexo, un cristal de reloj y una lupa son examinados con mucho más detenimiento todos los individuos capturados y los datos obtenidos apuntados en la ficha modelo expuesta con anterioridad.

B2) Otra parte importante programada en el trabajo de campo es la recolección de 100 olivas de las 9 muestras sobre las que se realiza el seguimiento. Como ya se ha explicado, la toma de muestras es siempre aleatoria y se cogen olivas de diferentes árboles, pero siguiendo las divisiones de las parcelas.

Se recogen las olivas en bolsas de plástico con el nombre de las 9 muestras a analizar y con una lupa se analizan una a una las 900 olivas. Posteriormente, las olivas son devueltas al agricultor el mismo día de la cosecha.

4. Resultados y discusión:

En primer lugar, se comentan brevemente los resultados del proyecto piloto y posteriormente se explican los resultados del seguimiento en las 3 parcelas.

Durante los 7 días empleados para llevar a cabo el proyecto piloto, se pretendió probar la capacidad que los trampeos, contruidos de forma manual, tenían para atrapar *B. oleae*.

Los resultados fueron muy satisfactorios, ya que, en ambas trampas se capturaron dípteros similares al díptero en cuestión y en el cultivo de olivo se encontraron 3 individuos de *B. oleae*. Denominamos estos resultados como satisfactorios porque la finalidad del proyecto piloto era comprobar que las trampas de fabricación casera eran efectivas capturando *Bactrocera oleae*.

En la trampa Olipe colocada en el cultivo del olivo con orientación sur, una pequeña cantidad del contenido del interior se evaporó, mientras que, en el caso de la trampa ubicada en el jardín a la sombra, el líquido atrayente del interior no se vio afectado en términos de evaporación

Tras el proyecto piloto se comienza con la toma de datos y se obtienen las siguientes tablas de datos en los diferentes escenarios estudiados.

En cada muestreo se analizan olivas picadas por *B. oleae* y las olivas dañadas por esta especie, pero con el fin de obtener más información y poder contestar a los objetivos específicos se analizan también frutos dañados por otros factores y otros insectos capturados por las trampas.

Tabla 6. Escenario 1, Cultivo de Joaquín

	Zona Olipe		Zona cromo-trópica	
	Capturas de dípteros e insectos	Capturas de <i>Bactrocera oleae</i>	Capturas de dípteros e insectos	Capturas de <i>Bactrocera oleae</i>
10/10/2017	6	2	23	1
17/10/2017	8	5	41	2
24/10/2017	27	6	76	2
31/10/2017	28	7	+100	2
07/11/2017	28	7	+100	2

	nº de olivas picadas por <i>Bactrocera oleae</i>	nº de olivas dañadas
Zona protegida con trampa Olipe	1	3
Zona protegida con trampa cromo-trópica	3	4
Zona sin protección	2	3

Total	6	10
-------	---	----

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Escenario 2, cultivo de Miguel

	Zona Olipe		Zona cromo-trópica	
	Capturas de dípteros e insectos	Capturas de <i>Bactrocera oleae</i>	Capturas de dípteros e insectos	Capturas de <i>Bactrocera oleae</i>
10/10/2017	6	1	10	1
17/10/2017	8	3	31	3
24/10/2017	10	5	35	3
31/10/2017	14	5	35	3
07/11/2017	16	5	35	3

	nº de olivas picadas por <i>Bactrocera Oleae</i>	nº de olivas dañadas
Zona protegida con trampa Olipe	0	2
Zona protegida con trampa cromo-trópica	1	1
Zona sin protección	0	1
Total	1	4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Escenario 3, cultivo de Jesús

	Zona Olipe		Zona cromo-trópica	
	Capturas de dípteros e insectos	Capturas de <i>Bactrocera oleae</i>	Capturas de dípteros e insectos	Capturas de <i>Bactrocera oleae</i>
10/10/2017				
10/10/2017	14	2	22	3
17/10/2017	17	12	35	7
24/10/2017	25	14	85	7
31/10/2017	40	14	+100	7
07/11/2017	40	14	+100	7

	nº de olivas picadas por <i>Bactrocera Oleae</i>	nº de olivas dañadas
Zona protegida con trampa Olipe	4	16
Zona protegida con trampa cromo-trópica	7	14
Zona sin protección	8	16
Total	19	46

Fuente: Elaboración propia

Estas tablas presentan los números de forma sumatoria, es decir, se le suman las capturas de cada semana a las de la semana anterior para obtener el total capturado. De cara a conocer cuántas han sido las capturas semanales es necesario restar el número de capturas que había hasta esa fecha. Tan sólo viendo las tablas de datos, ya se puede observar que el número total de capturas del díptero en estudio va desde 5 hasta 14 en un mes, lo cual es un número bajo.

Sin embargo, se observa que en el cultivo convencional es en el que menos se capturan y, por el contrario, en el que más se capturan es en el biodinámico. Se observará si esto tiene un impacto directamente proporcional a las olivas picadas por este díptero. En función del análisis se verá si este bajo número de capturas se debe a que la eficiencia de captura de las trampas no fue la deseada o si por el contrario las capturas son pocas, pero tienen un efecto grande en la población del insecto, ya que, las poblaciones en Falces son pequeñas.

En este apartado de resultados se procesarán estos resultados para extraer la máxima cantidad de información posible. Se analizarán la evolución de las capturas en cada escenario y por cada trampa. También se verán las diferentes capturas por cada trampa y en cada escenario, así como las olivas picadas por *B. oleae* o dañadas por otros factores. Por otro lado, se realizará un estudio estadístico para ver cuántas de las hipótesis formuladas con anterioridad son afirmativas o negativas.

4.1. Evolución temporal de las capturas:

Para comenzar, se analiza, la evolución de capturas tanto de dípteros como de otros insectos en las trampas en función del tiempo. Las capturas de otros dípteros solo se cogen para ver cómo de selectivas son las trampas y que campo cuenta con una mayor biodiversidad. En las gráficas 1, 2 y 3 se representan en el eje vertical el número de insectos capturados y en el eje horizontal el tiempo, desde el 10/10/2017 hasta el 07/11/2017. Este periodo de estudio es corto, pero es el periodo en el cual la plaga cobra

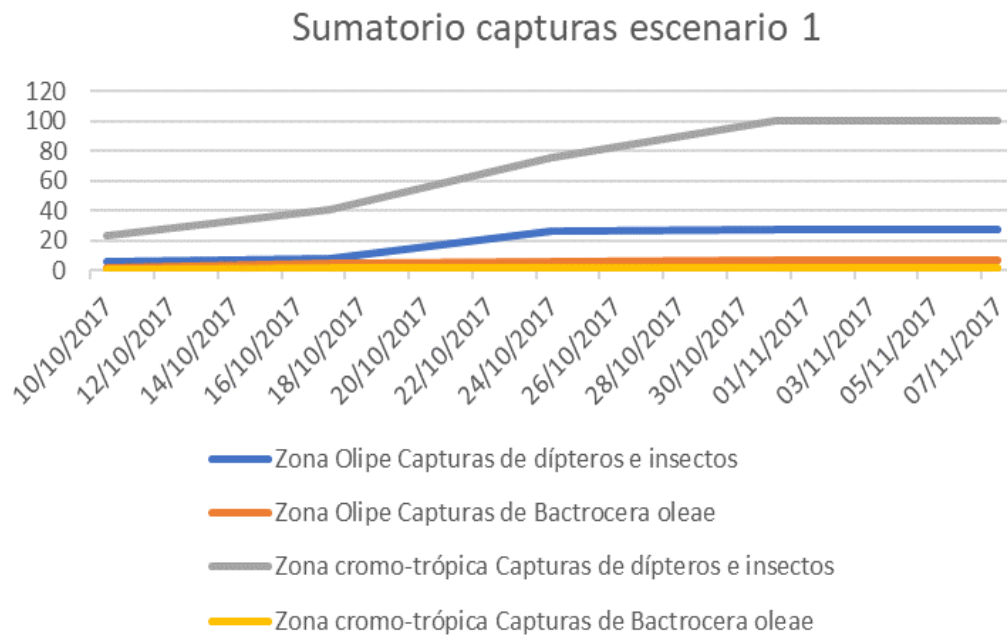
más importancia ya que los individuos de *Bactrocera oleae* introducirán los huevos en las olivas maduras y casi preparadas para la recolección. Teniendo en cuenta el ciclo vital de la mosca del olivo este muestreo se realiza bastante tardío por lo que los individuos capturados serán ya moscas de 2ª o 3ª generación, en función de lo optimas que hayan sido las condiciones meteorológicas esa campaña serán de una generación u otra.

Las capturas vienen dadas por 4 líneas de 4 colores. En azul se representan las capturas de todo tipo de insectos (sin contar *B. oleae*) por la trampa Olipe. En rojo, en cambio, todas las capturas de *B. oleae* en la trampa Olipe y de color gris se representan todos los insectos capturados (sin contar *B. oleae*) por la trampa cromotrópica. Por último, de color amarillo se representan las capturas de *B. oleae* por la trampa cromotrópica.

Este apartado se centra, por un lado, en la evolución de las capturas en función del tiempo y por el otro, se analiza la posibilidad de estar influenciado por los datos climáticos tomados semana a semana.

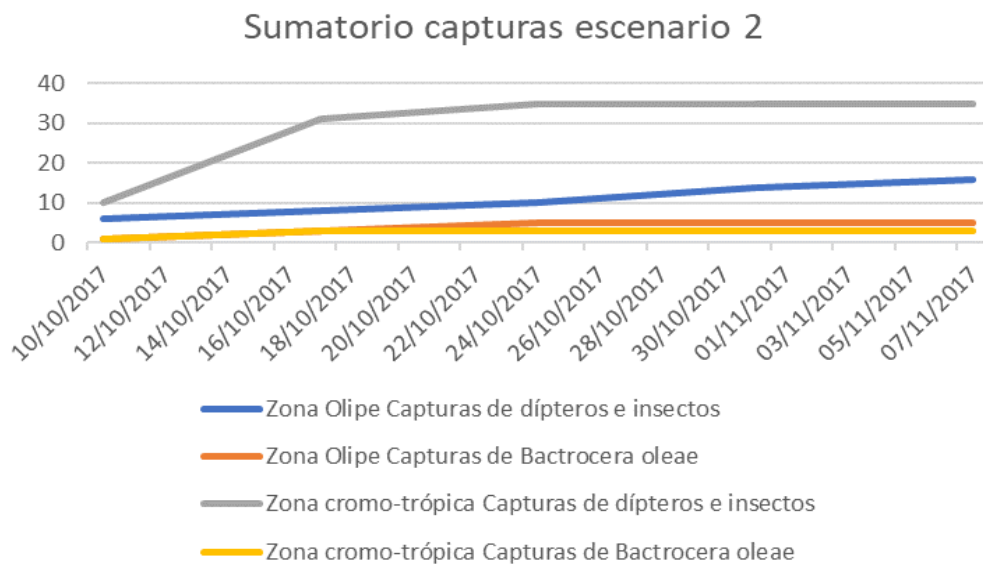
En el gráfico 4, se observa que la línea gris está muy por encima de los demás llegando a los 100 individuos de insectos capturados. Además, se aprecia que es a partir de la primera semana del muestreo cuando crece rápidamente y que al final de la toma de datos, en la última semana y media estos se estabilizan y no se producen capturas significativas.

Las dos líneas de capturas de *B. oleae* (Roja y amarillas), se mantienen bastante constantes y sin grandes cambios en el número de capturas. Es un incremento de capturas constante y a mucha distancia de las capturas de otros insectos.



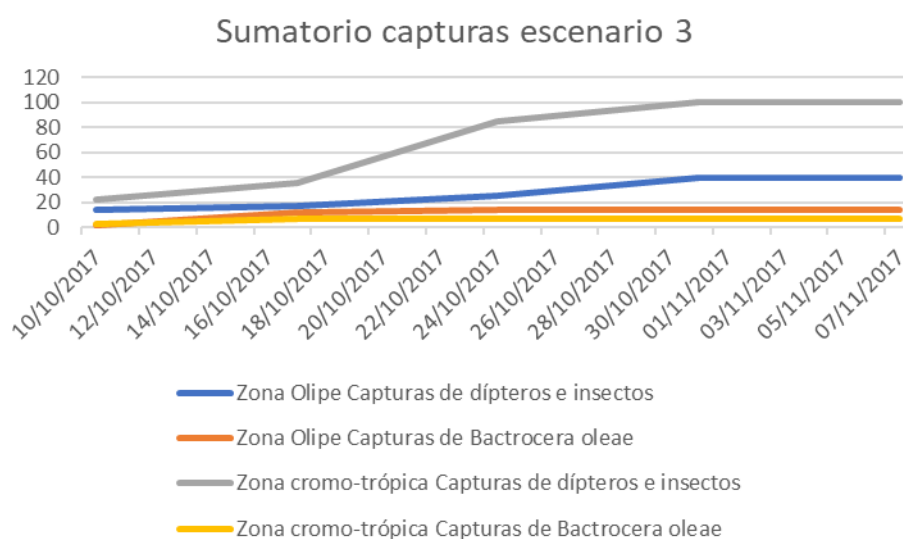
Gráfica 4. . Sumatorio capturas escenario 1, Joaquín. Eje x, fechas; eje y, nº de individuos.
Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 2 se observa que las capturas siguen la misma dinámica que en el caso anterior con la salvedad de que aquí el máximo de insectos capturados, aunque sigue siendo por la trampa cromotrópica, este no llega a las 40 capturas. Las capturas aumentan tras la primera semana y las capturas de *B. oleae* son bajas no llegando en ningún momento a 10 individuos y como en el gráfico anterior, capturando más *B. oleae* en la trampa Oliwe que en la cromotrópica.



Gráfica 5. Sumatorio capturas escenario 2, Miguel. Eje x, fechas; eje y, nº de individuos
Fuente: Elaboración propia

En el tercer gráfico se corroboran los mismos resultados, pero con un incremento de las capturas un poco posterior, segunda semana.



Gráfica 6. Sumatorio capturas escenario 3, Jesús. Eje x, fechas; eje y, nº de individuos
Fuente: Elaboración propia.

La información mostrada por estos 3 gráficos es muy similar. Por esto se procederá a comparar los datos temporales en función de las variables climáticas y la funcionalidad de las trampas. Descartando que esta evolución de capturas venga determinada por factores de la parcela como pueden ser: Tamaño, suelo, orientación, variedad. Así como también descartar aquellos factores que hacen referencia al manejo de los diferentes cultivos desde el biodinámico hasta el convencional, ya explicados con anterioridad. La captura de insectos de otras especies llega hasta los 100 individuos en poco tiempo, los individuos capturados más comunes fueron lepidópteros (polillas y mariposas), arácnidos y dípteros entre los que cabe destacar las 3 familias que más individuos capturamos: Calliphoridae, Drosophilidae y Sarcophagidae. Estas familias de dípteros se capturan con mucha más frecuencia en el cultivo de Joaquín y puede resultar de la cercanía a una ganadería de ganado bravo situada a escasos 100m.

Los factores meteorológicos pueden estar afectando a la población de insectos de los escenarios, aumentando su número o activando sus metabolismos. También en función del clima las trampas pueden aumentar o disminuir su efectividad capturando *B. oleae*. Por todo esto, en el momento de toma de datos se añaden 3 casillas para registrar la temperatura, humedad y viento del momento de toma de muestras.

Las gráficas expuestas a continuación muestran que entre la primera y la segunda semana es donde se captura un mayor número de moscas. En estas dos semanas aumenta la temperatura a 17°C y, además, hay algo de humedad. Posteriormente en la tercera, cuarta y quinta semana las temperaturas medias descienden, las noches empiezan a ser muy frías y el viento aumenta.

Tabla 9. Registro de factores ambientales durante las fechas.

	10/10/2017	17/10/2017	24/10/2017	31/10/2017	07/11/2017
Tª Media en °C	15	17	14	9.4	8.7
Viento en Km/h de media	3.4	8.3	3.9	5.3	13.4
Humedad	59%	78%	55%	70%	51%
Observaciones		Repunte de individuos, analizar.		Noches muy frías	Semana muy parecida a la anterior

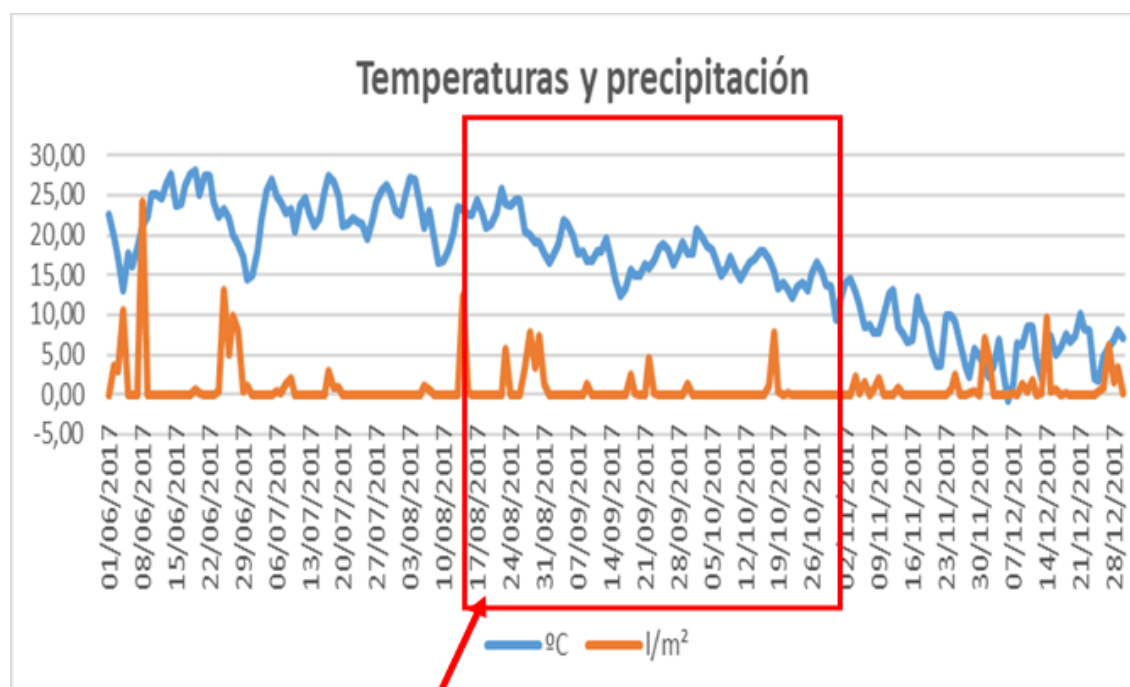
Fuente: Elaboración propia

Este aumento de capturas en la primera semana se puede deber a que, al aumentar la temperatura, la evaporación del atrayente del interior de la trampa Olipe también aumenta y esto hace que un mayor número de insectos sean atraídos por la trampa. No sólo favorece a la trampa Olipe, ya que, como se vio en el proyecto piloto, la trampa cromotrópica era más efectiva al sol dado que el amarillo brilla más y los insectos son atraídos en mayor número.

Otra forma de explicar este aumento puede ser por el estudio de los insectos. *Bactrocera oleae* como otros muchos dípteros, prefiere las condiciones templadas, unos 20°C y húmedas. Esto explicaría un repunte de actividad en los insectos de las fincas y por lo tanto un aumento de las capturas.

En las 2 últimas semanas se observa que las trampas reducen su efectividad, esto puede ser por la suma de fuertes vientos y por un descenso general de las temperaturas. Esto hace que las poblaciones de insectos disminuyan, así como su actividad. También estará afectado por la pérdida de evaporación de atrayente en las trampas Olipe y por la pérdida de poder captador de la trampa cromotrópica, ya que, el pegamento de su superficie se empieza a llenar de polvo, hojas y empieza a perder propiedades. Posteriormente se analizará mediante la correlación estadística de estos datos si existe o no una correlación directa o inversa y cómo de fuerte son las relaciones.

Para tener una visión más global se exponen a continuación la evolución de temperatura y precipitaciones durante el último semestre de 2017, se eligen estos 6 meses ya que son los meses en los que se forma la oliva y en los cuales *Bactrocera oleae* es más activa.

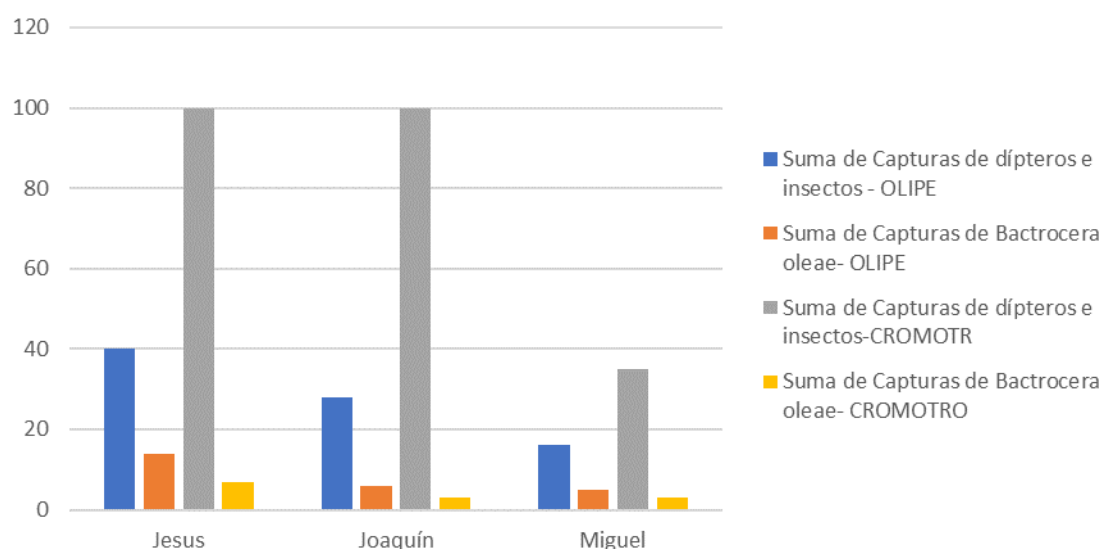


Gráfica 7. Temperaturas medias, precipitación y condiciones favorables para el desarrollo de la plaga.
Fuente: Elaboración propia, datos estación meteorológica de Falces.

Como se explica en el apartado de descripción de la especie este insecto tiene 2 generaciones. Esto quiere decir que a finales de agosto los individuos de *Bactrocera Oleae* de primera generación pican las aceitunas y de estas picaduras sale una larva que rápidamente se convierte en un nuevo individuo de *Bactrocera* (segunda generación). Estos individuos de segunda generación a finales de septiembre y hasta la recolección del fruto son los que están presentes en las parcelas. Con este muestreo tardío se pretende ver cómo evolucionan los individuos de la especie después de los diferentes manejos efectuados por los agricultores durante todo el año.

La predicción del vuelo de estos individuos tendríamos diversos factores principales, la temperatura ideal es en torno a los 20 grados de media. La tercera semana de agosto ya empiezan a descender estas medias por lo que podemos interpretar que las máximas de temperatura no serán superiores a 35 °C lo cual no es bueno para la mosca. Por todo esto podemos predecir que en el año 2017 la primera generación de individuos picaría las olivas dejando descendencia en la última semana de agosto, desarrollándose la larva en el mes de septiembre y teniendo el mes de octubre para que estos individuos de 2ª generación vuelvan a dejar descendencia y por consiguiente piquen más olivas. *Bactrocera oleae* es una especie que puede llegar a tener 3 generaciones, pero este año las condiciones no se dieron ya que a partir de la última semana de octubre las temperaturas medias ya son de menos de 15°C y con noches frías creando condiciones desfavorables.

4.2. Suma de capturas por trampa y escenario



Gráfica 8. Suma capturas por trampas diferenciando entre insectos y *Bactrocera oleae*. Eje x, parcelas; eje y, nº de individuos

Fuente: Elaboración propia.

Este gráfico 4 muestra en el eje vertical el número de capturas y en el eje horizontal los 3 escenarios. La leyenda muestra los colores de las diferentes trampas. En azul y naranja se muestran las capturas de la trampa Olipe. En gris y amarillo la trampa cromotrópica.

Los datos acerca de los dípteros e insectos capturados se investigan para ver por cada *B. oleae* capturada que número de insectos son capturados de forma equivocada.

Se puede observar por un lado las grandes diferencias entre número de capturas totales en los escenarios 1 y 3 con el escenario 2 y por otro la gran diferencia entre el número de *B. oleae* y otros insectos capturados.

En primer lugar, destaca la gran diferencia entre el número de capturas de los escenarios 1 y 3 cultivos de Jesús y Joaquín en diferencia a los insectos capturados en el segundo escenario el cultivo de Miguel.

Esta diferencia se da en las capturas de todas las trampas por lo que nos hace pensar que las trampas no tienen nada que ver. Esto podría ser explicado por el uso de fosmet 20%, este se aplicó dos veces, la primera en junio y la segunda en la primera semana de julio. Este tratamiento se emplea en forma de nebulización foliar, y dice que afecta a las poblaciones de moscas de la fruta y que puede afectar a otros insectos como polillas, orugas, chinches, etc. Este tratamiento es poco selectivo y puede ser el factor por el cual las poblaciones de insectos se vean reducidas y por ello las capturas también.

Otro factor que puede haber reducido el número de insectos es que las calles de plantación se encuentran limpias y sin ningún tipo de vegetación protegiendo este suelo.

Esta plantación es convencional y todo lo que no conlleva un beneficio directo y a corto plazo sobre los árboles es retirado por eso las calles se emplean para acumular las piedras de la finca y las especies arvenses son cortadas y algún año esporádico también tratadas con pesticidas con base de glifosato.

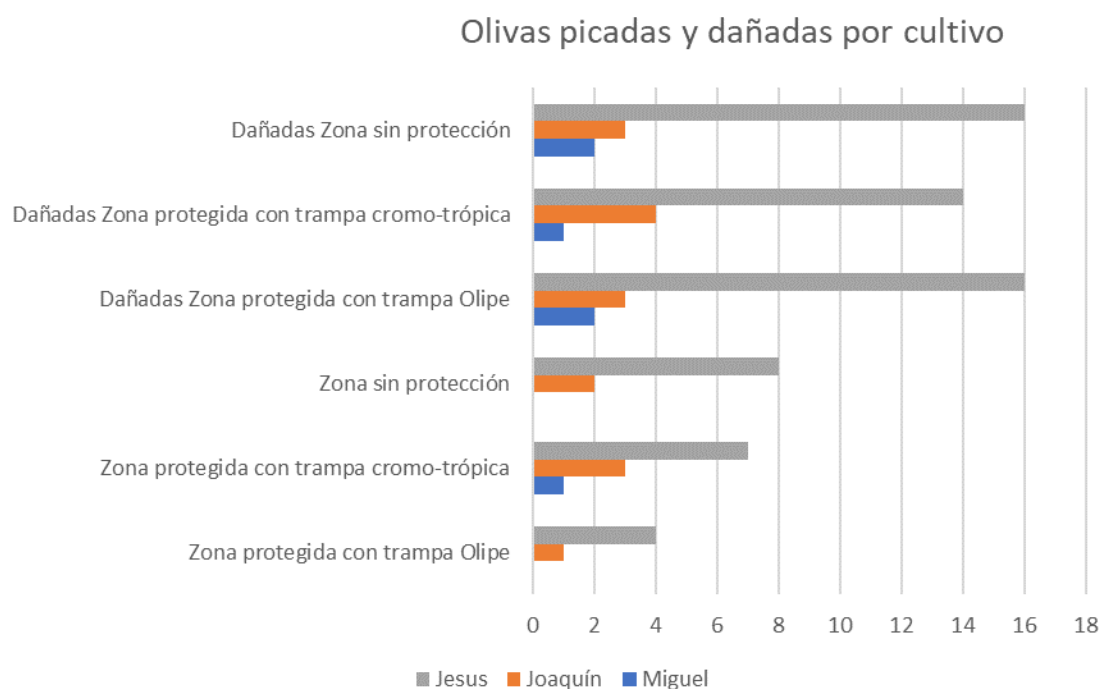
Existe otro aspecto clave, la gran diferencia entre el número de *B. oleae* capturados y el número de otros insectos en las mismas condiciones.

Estos datos se tomaron para ver cuál de las trampas utilizadas era la más selectiva a la hora de capturar los individuos de *B. oleae*.

La trampa Olipe muestra diferencias de más del doble, por cada *B. oleae* capturada capturan unos 3 insectos no deseados. En el caso de la trampa cromotrópica este salto es muchísimo mayor ya que por cada individuo de *B. oleae* capturado se capturan 6,5 insectos no deseados (en el mejor de los casos).

La trampa Olipe emplea un atrayente en base de fósforo, cuando el insecto se ve atraído por este, tiene que entrar en la botella por unos agujeros de 5 mm de diámetro, por lo que la captura se hace de forma selectiva. Aquellos insectos más pequeños pueden entrar en la trampa de igual forma. Por el contrario, la trampa cromotrópica actúa llamando la atención de los insectos y no hay ningún filtro entre los insectos y la trampa. En la realización de este proyecto una de las trampas mostraba signos de que algún ave podría haberse quedado pegada pero que finalmente logró escaparse, se encontraron plumas. Estas trampas capturaron multitud de polillas, hormigas, lepidópteros, algún coleóptero, chinches y múltiples dípteros.

4.3. Olivas picadas y dañadas por escenario y bajo la influencia de las diferentes trampas.



Gráfica 9. Olivas picadas por *B. oleae* frente a las olivas dañadas por otros factores en cada escenario. Eje x, nº de individuos; eje y, parcela y tipo de protección.
Fuente: Elaboración propia

Este gráfico deja de centrarse en las capturas para analizar la información acerca de los frutos que han resultado dañados ya sea por la picadura de la *Bactrocera* o por otros factores.

En el eje vertical del gráfico se nos informa de dónde han sido cogidas estas olivas y si han sido picadas por *B. oleae* o han sido dañadas por otros factores. En el eje horizontal está el número de olivas que han sido picadas/dañadas sobre un total de 100. El número de olivas dañadas engloba aquellas que han sido dañadas por *B. oleae* también.

Los 3 colores muestran los tres escenarios diferentes. Como se observa es una constante que el cultivo que más olivas dañadas y picadas por el insecto en cuestión tiene es el cultivo de Jesús, escenario 3. Llegando a tener 16% de olivas dañadas y un 8% de olivas picadas. Las olivas dañadas en su mayoría han sido por las tormentas de verano que mediante el granizo dejan marcas en las olivas en su periodo de formación y engorde. Por otra parte, se detecta que el cultivo de Jesús tiene más insectos que han podido ocasionar daños a los árboles y frutos.

El cultivo de Joaquín, mucho más pequeño y sin ningún cuidado es el siguiente llegando a un 4% de olivas dañadas y un 3% de olivas picadas. Este cultivo mantiene unos datos de olivas picadas y dañadas mucho más estables. Relacionando estos datos con los de la

gráfica anterior podemos ver que estos datos de olivas picadas y dañadas son muy diferentes cuando los datos de capturas en estos escenarios no son muy diferentes.

Por último, el escenario 2 o cultivo de Miguel presenta los mejores porcentajes llegando a un 2% de olivas dañadas y sólo a una oliva picada por *Bactrocera*. En este caso, podemos ver cómo el bajo número de capturas de la anterior gráfica se ve muy relacionado con el bajo porcentaje obtenido en este gráfico.

También se representa un descenso de olivas picadas progresiva desde las zonas sin protección, más picadas, a las zonas protegidas con trampa Olike en las cuales se reducen mucho las olivas picadas. Entre medio de estas dos se encuentra la zona protegida con trampa cromotrópica que muestra resultados llamativos frente a la protección de olivas dañadas por *B. oleae*. En dos cultivos empeoran los resultados a las zonas sin protección y en el escenario de Jesús mejora los resultados de las zonas sin protección.

Con la trampa Olike se reducen los picotazos de la zona sin protección, se reducen a la mitad tanto en el cultivo de Jesús como en el de Joaquín.

4.4. Análisis coeficiente de correlación de Pearson.

4.4.1. Coeficiente de correlación de Pearson.

Esta es una herramienta estadística para variables cuantitativas y que mide la covarianza entre estas variables que se relacionan de forma lineal. El coeficiente de correlación de Pearson es un índice de fácil ejecución e, igualmente, de fácil interpretación. Se podría decir, en primera instancia, que sus valores absolutos oscilan entre 0 y 1. Esto es, se tienen dos variables X e Y, y se define el coeficiente de correlación de Pearson entre estas dos variables como r_{xy} .

El coeficiente de correlación de Pearson oscila entre -1 y $+1$. Es por esto por lo que las magnitudes de la relación vienen especificadas por el valor numérico del coeficiente, reflejando el signo la dirección de tal valor. En este sentido, tan fuerte es una relación de $+1$ como de -1 . En el primer caso la relación es perfecta positiva y en el segundo perfecta negativa.

El Coeficiente de correlación lineal de Pearson viene definido por la fórmula:

$$r_{xy} = \frac{\sum Z_x Z_y}{N}$$

Fórmula 1. Coeficiente de correlación de Pearson
Fuente: Análisis de Datos en Psicología II, por Rey, s.f

Esta fórmula se puede representar también de la siguiente manera más simplificada.

$$r_{xy} = \frac{\frac{\sum XY}{N} - \overline{X}\overline{Y}}{S_x S_y}$$

Fórmula 2. Coeficiente de correlación de Pearson simplificada Fuente: Análisis de Datos en Psicología II, por Rey, s.f

Con esto se obtiene un número entre 0 y 1 que denota la mayor o menor relación de los datos. Hay que poder diferenciar en cuales de los casos es una relación que puede venir determinada por el azar y que en ningún caso es una relación lineal. Otro factor que puede llevar a equivocación es tomar un número de muestras insuficiente y que por

motivos azarosos estos muestren una relación fuerte cuando en realidad en el total de los escenarios esta no es la realidad.

4.4.2 Establecimiento de variables.

En este estudio estadístico se van a valorar 7 hipótesis. 6 referentes a la relación entre los factores meteorológicos y el número de capturas y un último muy importante que relaciona el número de olivas picadas y las capturas de la *B. oleae* por las diferentes trampas. Las hipótesis son:

1. $H_0 = r_{xy} =$ El número de capturas con la trampa cromotrópica está directamente relacionado con la temperatura. Mayor temperatura, más capturas.
2. $H_0 = r_{xy} =$ El número de capturas con la trampa cromotrópica está directamente relacionado con el viento. Mayor viento, más capturas.
3. $H_0 = r_{xy} =$ El número de capturas con la trampa cromotrópica está directamente relacionado con la humedad. Mayor humedad, más capturas.
4. $H_0 = r_{xy} =$ El número de capturas con la trampa Olipe está directamente relacionado con la Temperatura. Mayor temperatura, más capturas.
5. $H_0 = r_{xy} =$ El número de capturas con la trampa Olipe está directamente relacionado con el viento. Mayor viento, más capturas.
6. $H_0 = r_{xy} =$ El número de capturas con la trampa Olipe está directamente relacionado con la humedad. Mayor humedad, más capturas.
7. $H_0 = r_{xy} =$ El número de olivas picadas en la parcela está directamente relacionado con las capturas de *B. oleae*. Mayor número de capturas, mayor número de olivas picadas.

Tras la realización de la operación obtendremos valores de correlación positivos y negativos. Estos valores serán negativos cuando la relación sea inversa. Por ejemplo, en el supuesto de que la primera hipótesis de un -0.5 esto querría decir que a mayor temperaturas menos capturas se dan.

4.4.3 Estudio de los resultados

Para la realización del estudio estadístico se emplea la herramienta de Excel COEF.CORREL, sobre las tablas donde se encuentran los datos que se quieren asociar. Posteriormente de los resultados obtenidos con esta fórmula se le realiza el cuadrado del resultado para obtener la determinación. La determinación muestra la calidad del modelo para replicar los resultados y la proporción de variación de los resultados obtenidos que se pueden explicar por el modelo, con otras palabras, cuando la determinación es alta mayor es la proporción de relación entre las variables.

Tabla 10. Coeficiente de Pearson y determinación de las hipótesis.

	Coeficiente de Pearson	Determinación (r^2)
Capturas trampa cromotrópica en función de la temperatura.	0,708020218	0,501292628
Capturas trampa cromotrópica en función del viento.	-0,152873147	0,023370199
Capturas trampa cromotrópica en función de la humedad.	0,456543811	0,208432251
Capturas trampa Olipe en función de la Temperatura	0,671581488	0,451021695
Capturas trampa Olipe en función del viento	-0,07777305	0,006048647
Capturas trampa Olipe en función de la humedad.	0,479407796	0,229831834
Olivas picadas / Capturas de <i>B.oleae</i>	-0,605065254	0,366103961

Fuente: Elaboración propia.

En primer lugar, analizamos que hay 3 resultados del coeficiente de Pearson que son negativos. Esto quiere decir que, en el caso del viento a mayor viento, menor número de capturas. El otro caso en el que se da un resultado negativo es en la hipótesis principal:

$H_0 = r_{xy}$ = El número de olivas picadas en la parcela está directamente relacionado con las capturas de *B. oleae*. Mayor número de capturas, mayor número de olivas picadas.

Por esto la estadística refleja que a mayor número de capturas de *B. oleae* en el estudio menor número de olivas picadas. Existe una relación entre las dos variables favorable, aunque vemos que no están fuertemente relacionadas. Las zonas que han sido protegidas por las trampas, sobre todo las Olipe muestran mejores resultados que aquellas zonas que no se han protegido contra el díptero en cuestión. Se trata de pequeñas diferencias, ya que, las olivas picadas este año han sido pocas y la población de *B. oleae* se vio mermada por un verano muy seco y caluroso.

En cuanto a los factores climáticos se aprecia cómo la temperatura tiene un efecto muy positivo tanto en las capturas de trampa Olipe y en las trampas cromotrópicas esto se debe a la evaporación de atrayente en las primeras y a la reflexión de los rayos solares en las segundas. También vemos como el viento tiene un efecto negativo en las capturas, menor que la temperatura, pero es reseñable la diferencia entre trampas. Esto se puede explicar por un descenso de la actividad en las poblaciones de *B. oleae*, esto nos muestra que, aunque el viento favorece a la evaporación del atrayente en días con viento la eficiencia de capturar insectos desciende mucho en ambas trampas.

Por último, se muestra una relación prácticamente inexistente entre el número de capturas y la humedad ambiental.

Las condiciones idóneas para el funcionamiento de las trampas son días soleados, sin viento y con temperaturas templadas.

La relación entre olivas picadas y capturas del díptero están relacionadas y de haberse dado un año más propicio para el desarrollo de esta plaga esta relación hubiera crecido ya que estamos hablando de bajas poblaciones, bajo número de capturas y por ende bajo número de olivas picadas. Como al principio se ha descrito para considerarlo plaga tiene que haber más de un 10% de producción de olivas picadas, que no llega en ningún escenario.

Siguiendo el estudio estadístico del coeficiente de Pearson el estudio realizado por J. Olivero en 2004 en la provincia de Málaga obtuvo los siguientes resultados. La diferencia en la temperatura entre mi dato y el del trabajo citado (Olivero, 2014) es por el planteamiento de las hipótesis, en mi caso es a más temperatura mayor nº de capturas y en su caso está planteado al revés. Otro aspecto que hay que comentar es que mis resultados están cerca del 0.5 y la desviación de Pearson en el trabajo estudiado son números más cercanos al 0.1. Esto se debe a que el estudio transcurre durante todo el año y el mío exclusivamente en los estados finales del ciclo de *Bactrocera oleae*, esto hace que al tener muchas más capturas (hasta 840 capturas) y con temperaturas más diversas la relación sea menos directa que en mi caso que son muchas menos capturas, pero con una relación muy clara. Por ello, aunque la relación con la temperatura sea de 0.118 es un resultado con el que se concluye que la relación con la temperatura es muy clara y así lo refleja también este estudio. En este estudio los valores están desplazados hacia el 1 y por debajo de 0,25 en la Determinación (r^2) se puede decir que no hay una relación clara.

Tabla 11: Comparación distribución de Pearson trabajo propio y ensayo J. Oliveros.

	Humedad	Temperatura
Trabajo propio	0,479	0,671
Resultados trabajo J.Oliveros	0.023	-0.118

Fuente: Elaboración propia. Datos Olivero, J. (2004). Ensayo de eficacia de diferentes combinaciones soporte-atrayente para el trapeo de *Bactrocera oleae* (Gmel.)

El caso de la humedad sí que es diferente ya que J. Oliveros concluye que la trampa Olipe con fosfato di-amónico como atrayente la relación entre humedad y capturas es inversa, es decir a mayor humedad menor nº de capturas, advirtiéndole que es una relación que no se ve claramente. En este estudio también vemos que la humedad no está fuertemente relacionada con el número de capturas y son variables bastante independientes pero que la poca relación que tienen es directa, es decir a mayor humedad mayor número de capturas. Al estudiar este resultado en profundidad veo que la humedad varía entre 50 %y 70% y se toman datos durante 4 semanas por lo que viendo la débil unión de las variables se puede decir que el resultado no es concluyente y para esta variable haría falta un estudio de más tiempo y en diferentes épocas del año.

5. Conclusiones

1. Las trampas de construcción propia funcionaron bien capturando tanto ejemplares de *Bactrocera oleae* como otro tipo de insectos. La trampa Olipe tiene en los tres sistemas de manejo un mayor número de capturas que la trampa cromotrópica, la cual tiene un gran número de capturas totales de insectos, pero para la protección de cultivos frente a *B. oleae* se muestra como una herramienta menos efectiva ya que vemos que las zonas protegidas con trampas cromotrópicas registran más picaduras en los frutos. Ambas trampas han sido capaces de proteger y reducir las picaduras en las olivas situadas bajo su protección respecto a las que están sin protección. Siendo los únicos casos en los que hemos conseguido no tener ninguna oliva picada el tramo protegido por trampa Olipe y la zona no protegida por ninguna trampa en el sistema de cultivo convencional.
2. En cuanto a las trampas, las mc phail han sido las mejores capturando *Bactrocera oleae* y fueron más específicas que las cromotrópicas, ya que estas capturan insectos de forma indiscriminada. Por esta captura indiscriminada también vemos que hay una mayor concentración de insectos y mayor biodiversidad en las parcelas ecológica y biodinámica teniendo el triple de capturas en estas trampas cromotrópicas que en la parcela convencional (uso de phosmet 20%).
3. La trampa cromotrópica necesita más luz y perdió efectividad con el tiempo. La trampa mc phail necesita calor y sol para que el componente atrayente se evapore y atraiga a estos individuos. También se observó un mayor número de capturas con humedad ambiental alta.
4. Un muestreo realizado con antelación (iniciándolo en mayo) y repetido varios años, mostraría un comportamiento de la plaga y los métodos de control con resultados más extrapolables a otras situaciones agronomicas.

Conclusiones generales:

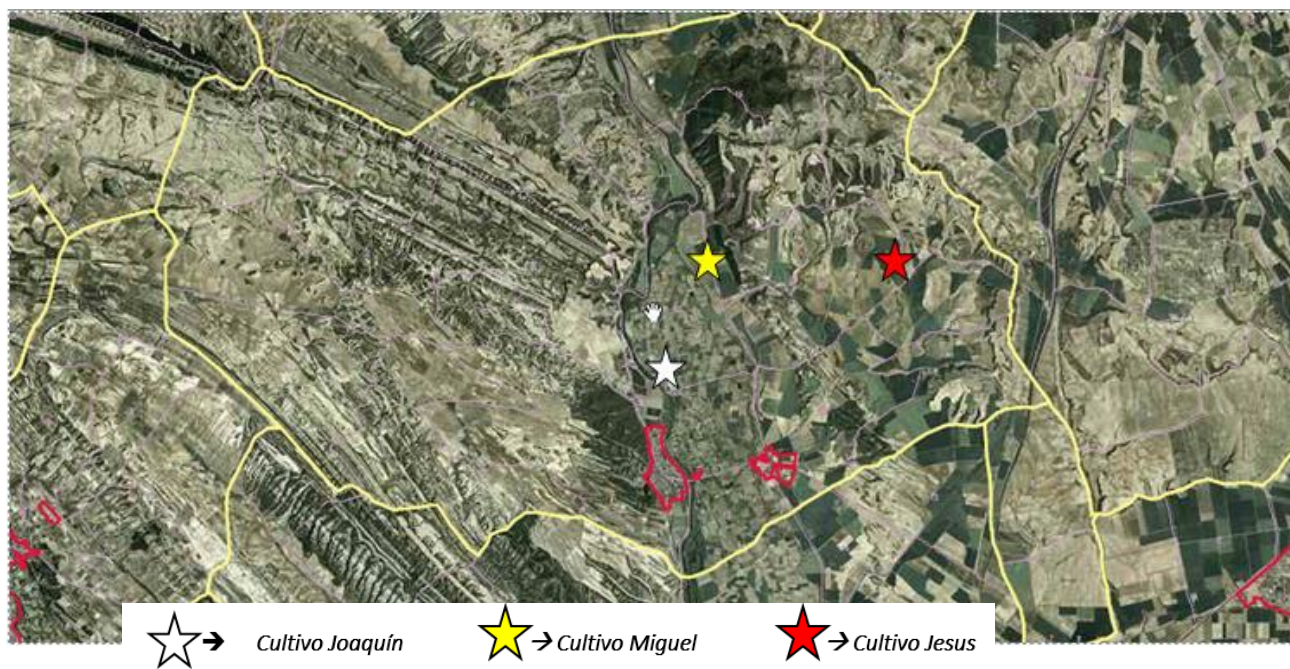
Los cultivos con más individuos de *Bactrocera oleae* han sido los ecológicos o biodinámicos, la mejor trampa para combatir la plaga ha sido la mc phail y aunque el año de estudio no hubo grandes problemas de plaga esta puede ser eficazmente combatida con trampeos sistemáticos aleatorios, con trampas mc phail y en ningún caso haría falta invertir en costosos tratamientos químicos.

6. Agradecimientos

Agradecer a los agricultores Miguel Gurpegui, Jesús Aranda y Joaquín Tejada su amabilidad y su implicación en todos los apartados del estudio. Mostrándome y explicándome todo lo relacionado con sus cultivos y sobre cómo eran gestionados. Como agradecimiento todos los resultados han sido compartidos con ellos para que los utilicen si lo consideran oportuno.

7. Anexos

Ilustración 2: Localización de las parcelas en el municipio. Fuente: Mapas sigpac actualización 2017.



Fuente: Mapas sigpac actualización 2017.

Ilustración 8. Distribución trampas en cultivo de Joaquín. Círculo rojo- cromorópicas. Estrella amarilla-Olive

Fuente: Elaboración propia

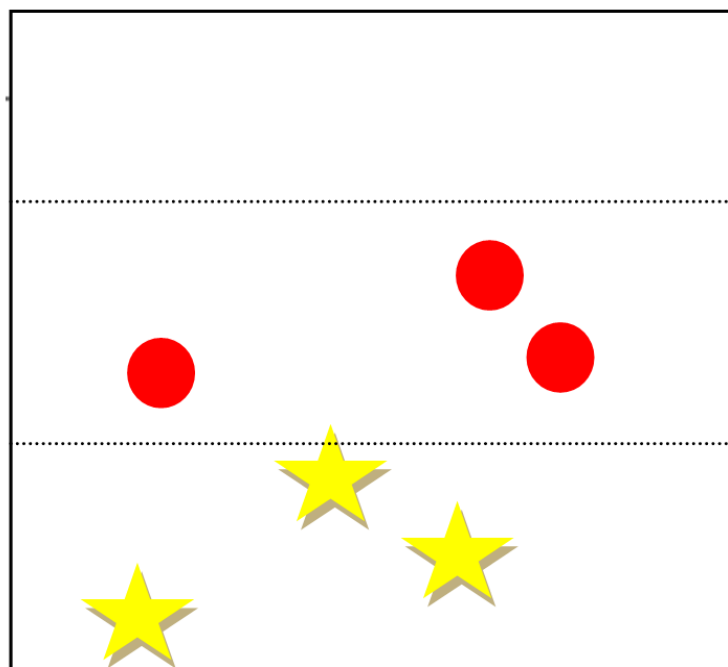
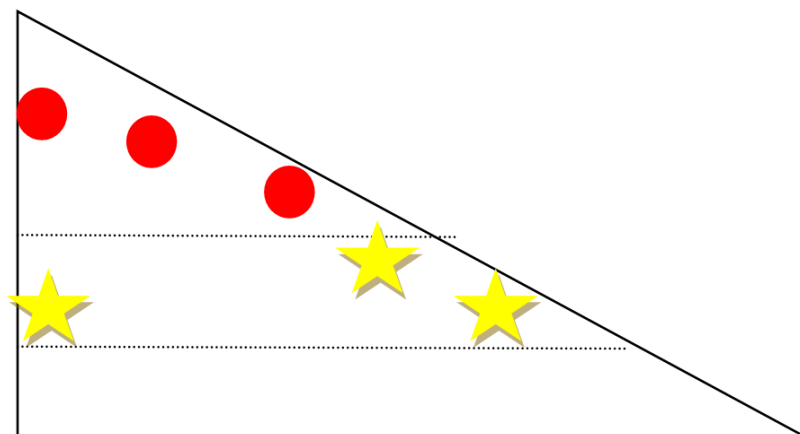


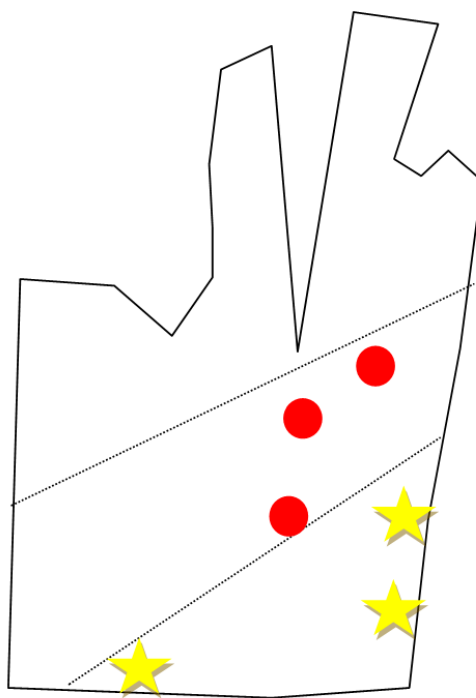
Ilustración 9. Distribución trampas en cultivo de Miguel. Círculo rojo-cromo trópicas. Estrella amarilla- Olike



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 10. Distribución trampas en cultivo de Jesús. Círculo rojo-cromotrópicas. Estrella amarilla- Olike.

Fuente: Elaboración propia



8. Referencias

- Agrobío. (2019). *Agrobío*. Obtenido de Agrobío: <https://www.agrobio.es/productos/monitoreo/trampas-cromotropicas/>
- Agroramón. (2006). *Agroramón*. Obtenido de <https://www.agroramon.com/>
- Almansa. (2012). *Boletín de Sanidad Vegetal. PLAGAS. Red de seguimiento para el control, alerta y evaluación de los niveles de población de la Mosca del Olivo*. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Plagas/BSVP_38_02_completa.pdf: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente.
- Álvarez, M. J. (25 de 04 de 2017). Interempresas.net. Obtenido de interempresas.net : <https://www.interempresas.net/Produccion-Aceite/Articulos/184882-olivar-en-mundo-mas-de-1500-millones-de-olivos-que-abastecen-de-aceite-a-174-paises.html>
- Santos J. A. (Octubre de 2016). INTIA . Obtenido de INTIA: <https://www.navarraagraria.com/item/1236>
- Barbié, O. (2002). Compendio de Agricultura Natural. Francia.
- Bermejo, J. (2011). *Agrológica*. Obtenido de Agrológica : <http://www.agrologica.es/informacion-plaga/mosca-olivo-bactrocera-oleae/>
- Conesa García, C. Y. Á. (2004). El empleo de los SIG y la teledetección en Planificación Territorial. Murcia: Universidad de Murcia, Departamento de Geografía.
- Consejo de la Producción Agraria Ecológica de Navarra. (2019). Consejo de la Producción Agraria Ecológica de Navarra. Obtenido de Consejo de la Producción Agraria Ecológica de Navarra: <https://www.cpaen.org/es/normativa/reglamentos>
- Econex. (2018). *Econex*. Obtenido de Econex: <https://www.dacusnex.com/>
- Fernández García, I., J. L. Fontenla Rizo, M. M. Hidalgo-Gato González, D. D. Cruz Flores, D. Rodríguez Velázquez, B. Neyra Raola, N. Mestre Novoa y E. Gutiérrez Cubría. 2017. Insectos terrestres. Pp. 224-253. En: Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas (C. A. Mancina y D. D. Cruz, Eds.). Editorial AMA, La Habana, 502 pp.
- Koepf, H. (2001). ¿Qué es la agricultura biodinámica? En H. Koepf, *Was ist biologisch-dynamischer Landbau?* Dornach. Suiza: Editorial Rudolf Steiner, S.A.

- Martín Gil. A, Ruiz Torres. A, (2014). Guía de Gestión Integrada de Plagas. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente, Secretaría General Técnica. Madrid
- Mercacei. (29 de Septiembre de 2018). Mercacei. Obtenido de Mercacei: <https://www.mercacei.com/noticia/49851/actualidad/la-superficie-de-olivar-en-espana-ha-aumentado-un-26-desde-2012.html>
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2016). Análisis de la economía de los sistemas de producción. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- MOABEPE, proyecto de cooperación transfronteriza. (2006). *MOABEPE, proyecto de cooperación transfronteriza* . Portugal.
- Navero, D. B. (2017). El Cultivo del Olivo 7ª Edición. Madrid: Ediciones Mundi-Empresa.
- Olivero, J. (2004 de Enero de 2004). *Research Gate*. Obtenido de Research Gate: <file:///C:/Users/oscar.mendivil/Desktop/tfg/Ensayo-de-eficacia-de-diferentes-combinaciones-soporte-atrayente-para-el-trampeo-de-Bactrocera-oleae-Gmel-Mosca-del-Olivo.pdf>
- Olivero, J. (2004). *Ensayo de eficacia de diferentes combinaciones soporte-atrayente para el trampeo de Bactrocera oleae (Gmel.), Mosca del olivo*. Bol. San. Veg. Plagas, 30: 439-450, 2004
- Ostos, Á. O. (02 de 04 de 2019). Interempresas. Obtenido de Interempresas: <https://www.interempresas.net/Grandes-cultivos/Articulos/240682-Oliver-en-seto-como-con-un-facil-manejo-conseguimos-una-alta-rentabilidad.html>
- Pfeiffer, E. E. (1992). Biodynamie et Compostage. En E. E. Pfeiffer, *INTRODUCCIÓN AL MÉTODO AGRÍCOLA BIODINÁMICO* (págs. (pág. 13 a 86, París 1986). Le Courier du Livre Biodynamie et Compostage .
- Procampo. (2016). *Procampo*. Obtenido de Procampo: <https://www.procampo.net/blog/-b54.html>
- Rey, C. C. (s.f). *COEFICIENTE DE CORRELACIÓN LINEAL DE PEARSONII*. Obtenido de ANALISIS DE DATOS EN PSICOLOGIA II: <http://personal.us.es/vararey/adatos2/>
- SME ORGANICS Interreg Europe. (2018). PLAN DE FOMENTO DE LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA EN NAVARRA 2018-2020. Navarra. Departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local .

TABIEXPERT ESPACIOS MÓVILES S.L. (s.f.). WWW.TABIEXPERT.COM. Obtenido de WWW.TABIEXPERT.COM.

Valdés & al. (1987). Flora Vascular de Andalucía Occidental. Ed. Ketres. Obtenido de: <https://www.uco.es/rea/part-alergogenas/olea.htm>

Vega, P. B. (2006). *Dípteros de interés agronómico. Agromícidos plaga de cultivos hortícolas intensivos*. Almería .

Vivelanaturaleza.com. (06 de 2001). *Vivelanaturaleza.com*. Obtenido de Vivelanaturaleza.com: <http://www.vivelanaturaleza.com/articulo-como-conservar-especimenes.php>

Waybackmachine. (27 de Mayo de 2008). waybackmachine - The Olive Fly. Obtenido de waybackmachine. The Olive Fly: https://web.archive.org/web/20080527002105/http://www.oliveoilsource.com/olive_fly.htm

Zambrano, D. A. (2017). Olivo (*Olea europaea*), características, hojas, cuidados. Aceituna, propiedades y tipos. Paradais Sphynx. Obtenido de: <https://naturaleza.paradais-sphynx.com/plantas/arboles/olivo-olea-europaea-aceituna-tipos.htm#caracteristicas-del-olivo-olea-europaea>